

NOVA ELETRONICA



BRINDE
ULTIMA PARTE
TABELA CMOS

UMA NOVA
SÉRIE DE
ELETROMEDICINA

AS MÚLTIPLAS
APLICAÇÕES DO
LASER INDUSTRIAL

MIL CANÇÕES
DIFERENTES NA
CAMPAINHA MUSICAL
PROGRAMÁVEL

COMEÇARAM OS
MINI-KITS:
LOGIC PROBE



NOVA ELETRÔNICA

EDITOR E DIRETOR RESPONSÁVEL LEONARDO BELLONZI

CONSULTORIA TÉCNICA Geraldo Coen / Joseph E. Blumenfeld / Juliano Barsali / Leonardo Bellonzi

REDAÇÃO Juliano Barsali / José Roberto da S. Caetano / Paulo Nubile / Ulisses Florentino

DIAGRAMADOR Eduardo Manzini

ARTE Eduardo Manzini / Vanildo Pacheco dos Santos / Roseli Julias

EQUIPE TÉCNICA Renato Bottini / Everaldo R. Lima / Márcio Klein / Salomão Choueri Jr.

DEPTO. ASSINATURAS Marizilda Mastandrea

CONTATO PUBLICIDADE Paulo Sérgio Gimenes

COLABORADORES Gary Gronich / Sian / Geandré / Alberto Naddeo

CORRESPONDENTES NOVA IORQUE Guido Forgnoni / MILÃO Mário Magrone / GRÃ-BRETANHA Brian Dance

CAPA ILUSTRAÇÃO Alberto Naddeo

COMPOSIÇÃO J.G. Propaganda Ltda. / **FOTOLITO** Estúdio Gráfico M.F. Ltda.

IMPRESSÃO Cia. Lithographica Ypiranga / **DISTRIBUIÇÃO** Abril S.A. Cultural e Industrial

NOVA ELETRÔNICA é uma publicação de propriedade da **EDITELE** — Editora Técnica Eletrônica Ltda. — Redação, Administração e Publicidade: Av. Santa Catarina, 991 - V. Santa Catarina - SP.

TODA CORRESPONDÊNCIA DEVE SER EXCLUSIVAMENTE ENDEREÇADA À

NOVA ELETRÔNICA — CAIXA POSTAL 30.141 — 01000 S. PAULO, SP

REGISTRO Nº 9.949-77 — P. 153 — TIRAGEM DESTA EDIÇÃO: 54.000 EXEMPLARES.

| | | |
|------------------------------|--|-----|
| 1 | | |
| Kits | Campinha musical programável — 1ª parte | 3 |
| | Mini-kit — Ponta de prova lógica | 9 |
| Seção do principiante | O problema é seu | 14 |
| | A eletrônica dos circuitos básicos — 3ª parte | 16 |
| Teoria e informação | A tabela do mês | 24 |
| | Idéias do lado de lá | 25 |
| | Conversa com o leitor | 26 |
| | Livros em revista | 29 |
| | Não está nos livros! | 31 |
| | Componentes | 36 |
| | Antologia do TBA 800/810/820 | 40 |
| Eletromedicina | A ascensão dos “biocuriosos” | 51 |
| Prática | Fototriac | 54 |
| | Indicador de nível para líquidos | 58 |
| Áudio | Em pauta | 63 |
| | Sonorização de palcos em shows — 2ª parte | 66 |
| | Casamento entre fitas e tape-deck, para um sistema Dolby ideal | 76 |
| Engenharia | Prancheta do projetista | 79 |
| | Prancheta do projetista — série nacional | 83 |
| | Laser industrial — uma nova ferramenta | 85 |
| Suplemento BYTE | EE-PROMs de baixa potência são reprogramadas “a jato” | 92 |
| Cursos | Instrumentação analógica e digital básica — 5ª lição | 96 |
| | Prática nas técnicas digitais — 22ª lição | 101 |

Todos os direitos reservados; proíbe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações desta publicação, assim como traduções e adaptações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos Editores, sendo apenas permitido para aplicações didáticas ou diletantes. Não assumimos nenhuma responsabilidade pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patentes. Em virtude de variações de qualidade e condições dos componentes, os Editores não se responsabilizam pelo não funcionamento ou desempenho suficiente dos dispositivos montados pelos leitores. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica nem comercial; os protótipos são minuciosamente provados em laboratório próprio antes de suas publicações. NÚMEROS ATRASADOS: preço da última edição à venda. A Editele vende números atrasados mediante o acréscimo de 50% do valor da última edição posta em circulação. ASSINATURAS: não remetemos pelo reembolso, sendo que os pedidos deverão ser acompanhados de cheque visado pagável em S. PAULO, em nome da EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda.

Campainha Musical Programável



— 1ª parte —

Equipe técnica NOVA ELETRÔNICA

Se você tem muitos amigos e recebe muitas visitas, já deve estar um tanto saturado de ouvir o “din-don” da campainha. Isso se ela não for do tipo mais antigo que emite um ininterrupto e terrível ruído (BZZZZZZZZZ) quando acionada.

Que tal substituir esse barulhinho chato e vulgar das campainhas comuns, por uma sequência musical agradável, escolhida a seu gosto?

É o que propomos com a “Campainha Musical Programável”. Um *kit* que oferece

recursos como variação de timbre, volume, decaimento do som, e outros mais que apontaremos ao longo desse artigo.

E com essa nova campainha não há perigo de saturação de seu ouvido. Ela é programável. O que significa que você poderá substituir a sequência por outra, quando e quantas vezes quiser, com muita facilidade.

Deixe então que ela anuncie seus amigos como eles merecem — com uma verdadeira sinfonia eletrônica!

Efetivamente, essa campainha vem substituir o inexpressivo “tom de 60 Hz”, ou o trivial “din-don” das campainhas convencionais, por uma agradável sequência de notas musicais de sua livre escolha. Ela pode simular, com relevantes vantagens, os custosos carrilhões que geralmente só tocam uma sequência pré-estabelecida. Isso explica o porquê de a chamarmos “programável”: através dela podemos conseguir um número quase ilimitado de sequências musicais.

A forma como organizamos o *kit* permite que se possa reprogramar a campainha sem que seja preciso desmontá-la ou mesmo abrir-lhe a caixa. O borne sindal e os fios para programação, os trimpots de ajuste e controle, os resistores de timbre e os fios de teste são de fácil acesso retirando-se apenas a tampa central da caixa. Além disso, a campainha não apresenta grandes dificuldades em sua programação. Fornecemos, ao final, uma série de músicas com suas respectivas formas

de programação. Não é necessário, conseqüentemente, um conhecimento musical por parte do montador; entretanto, se ele o possuir, poderá conseguir quase todas as SEQUÊNCIAS musicais de 15 notas que desejar, selecionáveis dentro de uma ESCALA de 13 notas (compreendidas em uma oitava) que o aparelho oferece.

Os dois fios que vão da campainha para a caixa de passagem do interruptor oferecem tensão suficiente para acender um LED. Ou seja, sem qual- ►

quer fio adicional você pode instalar um LED na entrada da casa para informar a eventuais visitas noturnas onde se encontra a campainha e também indicar que a mesma foi acionada, com o apagamento do LED. Esse LED, mais o respectivo resistor limitador, é opcional e mais tarde forneceremos instruções para quem estiver interessado na opção.

Também foi prevista no *kit* a instalação de mais um interruptor para a campainha, para casas que possuam mais de uma entrada que se deseje sinalizar. Porém, ao invés desse novo interruptor ser instalado simplesmente em paralelo com o primeiro, aproveitamos algumas particularidades do circuito para anexar mais um recurso ao *kit*. Num dos interruptores a sequência musical será tocada na íntegra, enquanto no outro somente parte da sequência será executada. Isso permitirá identificar em qual porta foi acionada a campainha.

A própria caixa da campainha já inclui um alto-falante, mas para quem quiser estender seu som a outros aposentos da casa, o amplificador da mesma tem capacidade para acionar até 3 alto-falantes, desde que respeitada sua especificação de impedância.

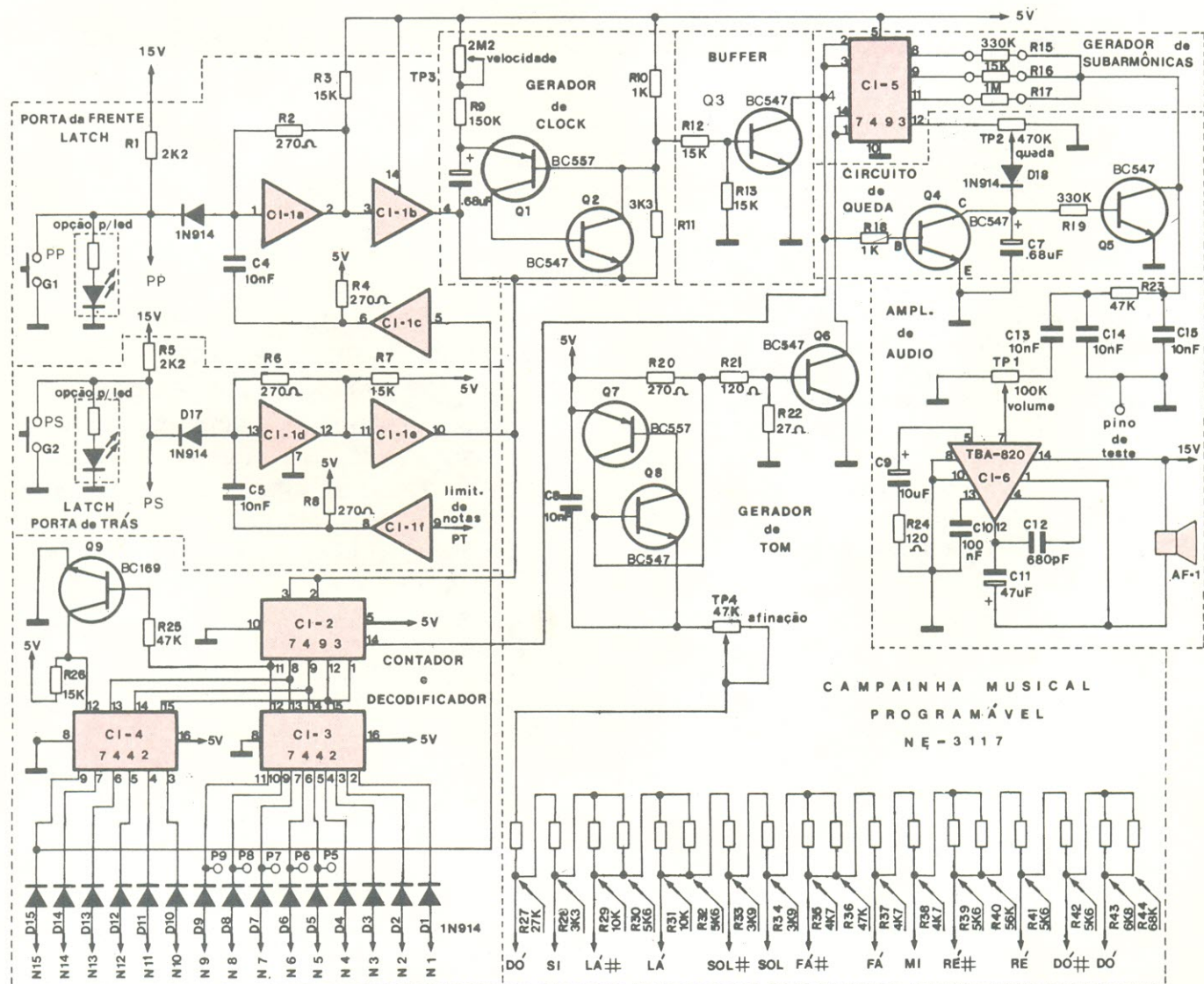
A campainha eletrônica reúne estética, eficiência e funcionalidade. Permite desenvolver sua criatividade musical, melhorar seus conhecimentos de eletrônica, além de, como em qualquer outro *kit*, aumentar sua habilidade manual de montador.

Descrição do circuito

Enquanto seguir a descrição do circuito, você poderá acompanhá-lo pela figura 1. Faremos uma análise geral de todo o funcionamento da campainha, para então nos retermos mais detalhadamente a cada circuito.

Análise geral — Inicialmente o *latch* (trava) da porta da frente, ou prin-

cipal, faz com que o gerador de *clock* fique inibido, e o contador constituído por CI2 fique em *reset*, ou seja, com todas as suas saídas em zero. Somente neste caso os decodificadores CI3 e CI4 deixam todos os diodos (D1 a D15) na condição "1". Quando o interruptor da campainha é pressionado, o *latch* permite que o gerador de *clock*, depois de passar pelo *buffer* inversor Q3, forneça pulsos ao pino 14 de CI2. Este então sai da condição de *reset* e começa a contar os pulsos. Isso fará com que os decodificadores levem sequencialmente e um por vez, os diodos D1 a D15 à condição "0". Na seção de programação da placa de circuito impresso, um tom pré-estabelecido é programado pelo montador, ligando cada um dos 15 diodos a um dos resistores (R27 a R44) do circuito de tom e queda. Neste circuito, Q7 e Q8 formam um oscilador cuja frequência de oscilação depende de qual dos resistores é ligado à terra. Cada um desses resistores, ou a



associação de alguns, gerará uma das 13 notas musicais disponíveis. A frequência dessas notas será dividida por 2, 4 e 8, no gerador de subarmônicas CI 5, produzindo 3 oitavas diferentes que serão misturadas ponderadamente através de R15, R16 e R17 no coletor de Q5. Uma outra saída do CI5 (pino 12), mais o sinal do gerador de *clock*, através de Q4, gerará por intermédio do capacitor C7 uma tensão exponencial na base de Q5. Este conseqüentemente variará a amplitude do sinal que está aplicado sem seu coletor, constituindo assim o circuito de queda. Este sinal variável em amplitude é aplicado ao amplificador para excitar convenientemente o alto-falante. Dessa forma, cada diodo que for levado à terra tocará uma nota musical, executando uma seqüência programável até o último diodo D15. Quando esse for atingido, o *latch* inibirá o gerador de *clock* e zerará o contador (*reset*), retornando o circuito a sua condição inicial. O *latch* da porta de trás, ou secundária, funciona no mesmo modo que o anterior, exceto que ele pode fazer o circuito retornar à condição inicial entre os diodos D 5 e D9, à escolha do montador, e não somente em D15.

Circuitos de latch — Os seis *buffer*s do circuito integrado SN7417 foram aproveitados para formar dois *lat-*

ches, um para a porta principal e outro para a secundária.

Quando o interruptor da porta principal for pressionado, o pino "1" de CI1A, que inicialmente se encontrava na condição "1", passará através do diodo D16 à condição "0". A realimentação da saída para a entrada de CI1A manterá o mesmo nesta condição, ainda que o botão (interruptor) seja solto. A porta CI1B serve simplesmente como *buffer*, conseqüentemente mantêm sua saída também em "0".

A saída da terceira porta, CI1C, segue a condição do pino 9 de CI4. Esta, mantém-se na condição "1" até que a 15ª nota seja acionada. Nesse caso, a mesma passará a "0" e o capacitor C4, que age como diferenciador, acoplará na entrada de CI1A um pulso negativo que não terá nenhuma influência sobre o *latch*, visto que sua condição ainda é "0". No final da 15ª nota, a saída de CI1C volta para "1". O capacitor C4 agora aplicará um pulso positivo à entrada de CI1A. Esse pulso será novamente realimentado por R2 e o circuito voltará à condição inicial, ou seja, a saída de CI1A retornará à condição "1" e a saída CI1B seguirá esta condição.

O *latch* da porta secundária funciona de modo análogo ao primeiro. Mas, a entrada de CI1F pode ser pré-selecionada entre a 5ª e a 9ª nota. Logo, pode-

mos fazer com que esse *latch* volte para sua condição inicial sem que seja necessário atingir a 15ª nota.

Os resistores R1 e R5 além de garantirem que os diodos D16 e D17 não conduzam enquanto o interruptor da campainha não é acionado, também permitem que seja ligado um LED opcional ao circuito.

Gerador de clock — O gerador de *clock* é constituído por um circuito tipo RC, no qual TP3, R9 e C6 determinam a frequência de oscilações do circuito.

Para que o circuito comece a oscilar é preciso que as saídas de CI1B ou CI1E estejam na condição "0", pois somente neste caso o circuito receberá alimentação da fonte. Esta é a forma como o circuito *latch* impede que o gerador de *clock* oscile.

Seu funcionamento é relativamente simples. Supondo inicialmente C6 descarregado, os transistores Q1 e Q2 estão cortados. Desse modo, o coletor de Q2 é mantido a uma tensão constante através do divisor de tensão constituído por R10 e R11. O capacitor C6 começa então a se carregar através de TP3 e R9 até o ponto em que Q2 é levado à saturação, forçando Q1 também a esse estado. A tensão no coletor de Q2 estará nesse instante próxima de 0,2 V. O capacitor C6 irá então se



TRIO-KENWOOD
INSTRUMENTOS DE ALTA PRECISÃO

VT-165
Vôltímetro eletrônico AC canal duplo

- Faixa de medição 300 micro volt - 100V F.S.
- Resposta de frequência 5Hz - 1MHz
- Impedância de entrada 10m ohm, menor que 45pf
- escala de dB e dBm -70dB - +40dB

Ideal para uso nos circuitos STEREO ou para medições simultâneas dos sinais de entrada e saída.

CS-1562A

- 130 mm traço duplo
- osciloscópio gatilhável com varredura
- largura da banda DC-10MHz
- sensibilidade 10mV/div.
- tempo de varredura 1us/div. -0,5s/div.

Excelente para medições de sinal vídeo TV.V. e TV.H
Tendo magnificação x5 e também com muita facilidade na operação X-Y

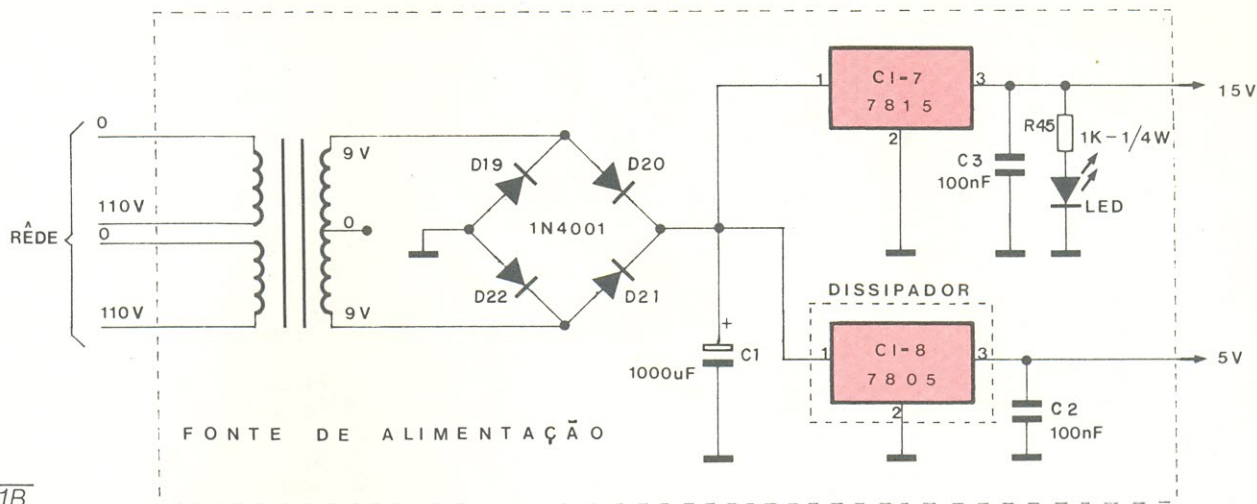


UNICOB
IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA.

Rua da Glória, 279 - 5º andar - Cj. 52
Tels.: 278-7564, 278-7157, 279-4041
Telex: (011) 25260 UNIX-BR

DISTRIBUIDORAS AUTORIZADAS

S. PAULO: Com. Eletr. Unifrotec 222-3833 Mec. Eletr. Com. Ltda 221-0324 221-3514 Instron Inc. de Teste 531-5114 542-9646 Interlec Ltda 67-0582 67-7863 Bernardino Migliorato & Cia 220-3486 RIO: Nova Jê Eletrônica 232-0367 Deltatronic Com. de Equip. Eletr. Ltda 232-2640 232-5334 B. HORIZONTE: Eletrônica Sideral 201-5728 Transistora Beagá 201-89555 P. ALEGRE: Comercial Rádio TV do Lux 21-8055 CURITIBA: Eletrônica Sideral 201-5728 Universal 224-6944 RECIFE: Comercial Rádio TV mérito 224-3699 Salvador: Bartô Repres. Co. Bastos (Magnetron) 243-1385 VITÓRIA: Eletrônica Yung 223-1345 FORTALEZA: F. V. V. V. 232-56 226-0770 231-0770 MA. NAUS: Com. Be zerra Ltda 232-56 62.



descarregar rapidamente através dos transistores até que estes voltem novamente ao corte, começando um novo período de oscilação. Todo esse processo produzirá impulsos negativos, no coletor de Q6, com frequência variável através de TP3.

Buffer — Os impulsos negativos do gerador de *clock* são aplicados à base de Q3 por meio do divisor resistivo formado por R12 e R13. Esse transistor age como *buffer* e inversor. No seu coletor temos impulsos positivos que são aplicados à entrada do contador CI2, ao *reset* do gerador de subarmônicas e à entrada do transistor Q4 para o circuito de decaimento.

Contador — O contador CI2 é constituído por um circuito integrado 7493. Este CI só começa a contar quando seus pinos 2 e 3 estão na condição "0". Caso contrário, todas as suas saídas permanecem em "0". Os pinos 2 e 3 estão interligados com a saída de CI1B e CI1E. Consequentemente, o *latch* controla a contagem. Inicialmente o *latch* permanece em "1"; somente após o acionamento do interruptor é que ele muda para "0", permitindo a contagem. Esta será então comandada pelos impulsos do gerador de *clock* aplicados ao pino 14 de CI2. As saídas QA, QB, QC e QD serão respectivamente nos seus pinos 1 e 12, 9, 8 e 11, sendo QA o bit menos significativo. Dessa forma, após o primeiro impulso, a saída no pino 12 (que está interligado ao pino 1) irá para a condição "1". No segundo impulso, o pino 9 irá para "1" e o 12 para "0". No terceiro pulso, os pinos 9 e 12 irão para "1". E assim sucessivamente o contador apresentará em suas saídas uma contagem de 16 bits que será aplicada às entradas dos decodificadores.

Decodificadores — O decodificador CI3 é do tipo BCD para decimal. Os pinos 12 a 15 representam as entradas e os pinos 1 a 7 e 9 a 11, as saídas. Para cada entrada selecionada apenas uma das saídas é levada à condição

"0". Esse decodificador possui apenas 10 saídas, consequentemente só decodifica os números binários de 0 (0000) a 9 (1001). Como uma sequência de somente 9 notas (pois não usamos o estado 0000) seria insuficiente para executar grande parte das sequências musicais, e como o contador CI2 tem capacidade para contar até 16 bits, utilizamos um recurso que permitiu aproveitar toda a capacidade do mesmo. Incluímos mais um decodificador que no circuito aparece como CI4 e uma porta inversora implementada com o transistor Q9 e os resistores R25 e R26. As saídas do contador foram ligadas diretamente às entradas de CI3. O mesmo acontece para CI4, exceto que o bit mais significativo é invertido.

Podemos observar na tabela I as entradas e saídas dos decodificadores em função de cada combinação de saída do contador. As saídas indicadas com "X" podem assumir a condição "1" ou "0", porém são irrelevantes para o nosso circuito, visto que não estão conectadas a nada. Os diodos D1 a D9 são ligados a CI3, enquanto D10 a D15 são ligados a CI4. A cada impulso que o contador recebe, suas saídas mudarão de estado e levarão apenas uma saída dos decodificadores à condição "0". Dessa forma, D1 a D15 são levados sequencialmente a "0". Quando todas as saídas do contador estiverem em "0", todos os diodos estarão em "1".

Programação e gerador de tom

— O circuito gerador de tom é constituído por um oscilador RC semelhante ao do gerador de *clock*. A carga do capacitor C8 se dá através do trimpot TP4 e da rede de resistores R27 a R44. Os transistores Q7 e Q8 são conectados da mesma maneira que no gerador de *clock*, porém, sua saída é invertida. O divisor resistivo é formado por R20, R21 e R22, que são ligados ao coletor de Q7. C8 irá se carregar até que os transistores atinjam a saturação. Nes-

se instante o coletor de Q7 é levado a 5 V e, com a rápida descarga do capacitor, os transistores voltam novamente ao corte. Teremos assim impulsos positivos que serão invertidos pelo *buffer* Q6 e aplicados ao gerador de subarmônicas.

Ao lado dos resistores R27 a R44, existem 13 fios, cada um representando uma nota musical. Assim, por exemplo, se conectarmos R38 ao terra, a associação de resistores R27 a R38 fará o circuito oscilar em uma frequência relativa à nota mi. O mesmo é válido para as outras notas. Para que a relação entre as notas seja exata necessitamos ajustar o trimpot de afinação TP4. É importante notar que as notas geradas são apenas representativas. Não correspondem aos tons reais gerados no teclado de um piano afinado no diapasão, por exemplo.

Cada um dos 13 fios anteriormente citados serão ligados aos terminais do borne sindal. Como o borne sindal possui 15 terminais, dois deles não serão conectados a nada e servirão apenas como extensores, como veremos na parte de programação.

Os 16 fios dos decodificadores então, poderão ser conectados através do borne sindal às notas escolhidas. Quando o fio do decodificador através de seu respectivo diodo for levado à condição "0", levará consequentemente um dos resistores R27 a R44 à terra. A alimentação então será aplicada ao gerador de tom e esse oscilará na nota musical escolhida.

Gerador de subarmônicas — O gerador de subarmônicas é constituído pelo integrado CI5 agindo como divisor de frequência. Os impulsos negativos no coletor do *buffer* Q6 são aplicados às suas entradas 1 e 14 e saem divididos por 2, 4 e 8, respectivamente nos seus pinos 8, 9 e 11. Essas frequências serão defasadas exatamente em uma oitava e misturadas no coletor de Q5 pelos resistores R15, R16 e R17.

Esses resistores foram instalados em lugares acessíveis e sobre conectores *molex*, de forma que possam ser mudados sem a necessidade de soldas. Tendo em vista que eles dosam em maior ou menor amplitude essas frequências, são responsáveis pelo conteúdo subarmônico do sinal audível. Variando esse conteúdo subarmônico poderemos variar também o timbre. As resistências já foram calculadas para um determinado conteúdo subarmônico, porém, elas poderão ser suprimidas ou ter seus valores mudados.

NOTA: O termo subarmônica e não harmônica é utilizado porque as formas de onda que estamos misturando não são senoidais, já possuindo um determinado conteúdo harmônico.

As entradas 2 e 3 de CI4 quando em "1" garantem todas as suas saídas em "0". As mesmas estão ligadas ao buffer Q3 do gerador de clock. Como após cada diodo liberado pelo decodificador, o transistor Q3 vai para "1", isso garante que não hajam "cliks" audíveis entre a sequência musical.

Circuito de queda — O transistor Q5 age no nosso caso como um resistor controlado por tensão. A resistência entre coletor e emissor do mesmo é inversamente proporcional à tensão em sua base. Logo o sinal que vai ser aplicado à entrada do amplificador será mínimo quando a tensão na base de Q5 for máxima e vice-versa.

Uma divisão por 2 é realizada por CI5 e este sinal é retificado por D18 e usado para a carga do capacitor C7. Essa carga é controlada pelo trimpot TP2. Cada pulso do gerador de clock leva Q4 momentaneamente a zero, produzindo uma rápida descarga de C7. Teremos então uma forma de onda exponencial sobre C7 que atuando sobre a base de Q5 irá modular em amplitude o sinal do gerador de subarmônicas aplicado em seu coletor. Na figura 2 podemos observar em (a) a forma de onda na base de Q5 e em (b) a forma de onda em seu coletor.

O trimpot TP2 permite que essa forma de onda seja variada desde rápidos pulsos até o nível CC que faz com que o som permaneça constante.

O sinal composto é então aplicado à entrada do amplificador de áudio.

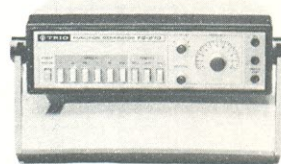
Amplificador de áudio — Os capacitores C14 e C15 e o resistor R23 filtram o sinal do circuito de queda e o aplicam, através do capacitor de acoplamento C13 e do controle de volume TP1, à entrada do amplificador de áudio.

O amplificador de áudio é um circuito integrado TBA 820. O mesmo fornece uma potência de aproximadamente 2W ao alto-falante. Os capacitores C9, C10, C11 e C12 mais o resistor



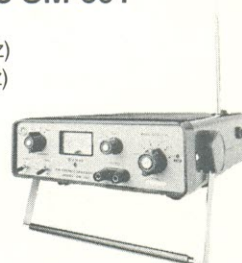
GERADOR DE FUNÇÃO Modelo FG-270

- Frequência gerada 0,1 Hz-1 MHz (em 6 comutações)
- Formas de onda gerada senoidal, quadrada e triangular
- Distorção menor que 1% (1Hz - 100KHz)
- Tempo de subida menor que 100 ns
- Sinal de saída TTL tempo de subida menor que 25 ns.



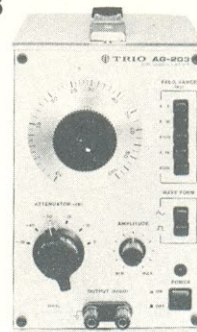
GERADOR DE SINAL PARA FM MPX STEREO Modelo SM-301

- Separação:— maior que 40dB (100Hz-10KHz) maior que 30dB (50Hz - 15KHz)
- Modulação de frequência int. sinal L (1KHz) sinal R (1KHz ou 50/60Hz)
- Frequência oscilada em FM 85MHz e 98MHz Designado para calibração de MPX, 19KHz e ajuste da sintonia.



GERADOR DE ÁUDIO FREQUÊNCIA Modelo AG-203

- Faixa de frequência 10Hz-1MHz
- Desvio dentro de 10,5dB
- Distorção menor que 0,1%
- Sinais gerados quadrada e senoidal
- Voltagem de saída 7Vr.m.s. (ajustável) Constituído por atenuador para -50dB em 5 passos. Excelente para observações de amplificação e distorção do amplificador.



UNICOPA
IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA.

Rua da Glória, 279 — 5º andar — Cj. 52
Tels.: 278-7564 278-7157, 279-4041 Telex: (011) 25260 UNIX-BR

| DECODIFICAÇÃO CI-3 | | | | | | | | | | | | | | DECODIFICAÇÃO CI-4 | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|---|---|---|---|---|---|---|----|--------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----------|-------|-------|-------|---|
| Entradas | | | | | Saídas | | | | | | | | | | Saídas | | | | | | | | | | Entradas | | | | |
| PINOS | 12 | 13 | 14 | 15 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| | Q_D | Q_C | Q_B | Q_A | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Q_D | Q_C | Q_B | Q_A | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | X | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | X | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | X | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | X | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | X | X | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | X | X | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | X | X | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

X= Saídas não conectadas a nada, não importa a condição.

*= Entrada Q_D é invertida para CI-4

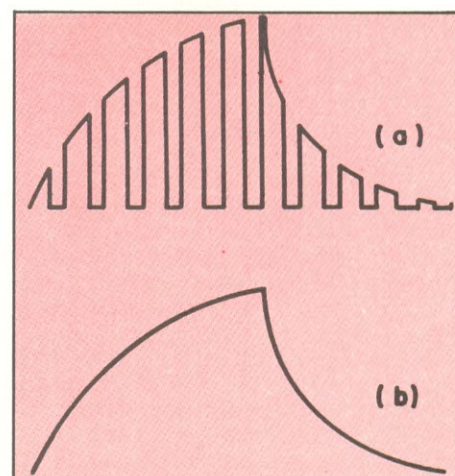
TABELA 1

R24 fazem parte da configuração do amplificador.

OBS.: Mais informações a respeito do TBA 820 você encontrará no artigo "Antologia", nesta mesma revista.

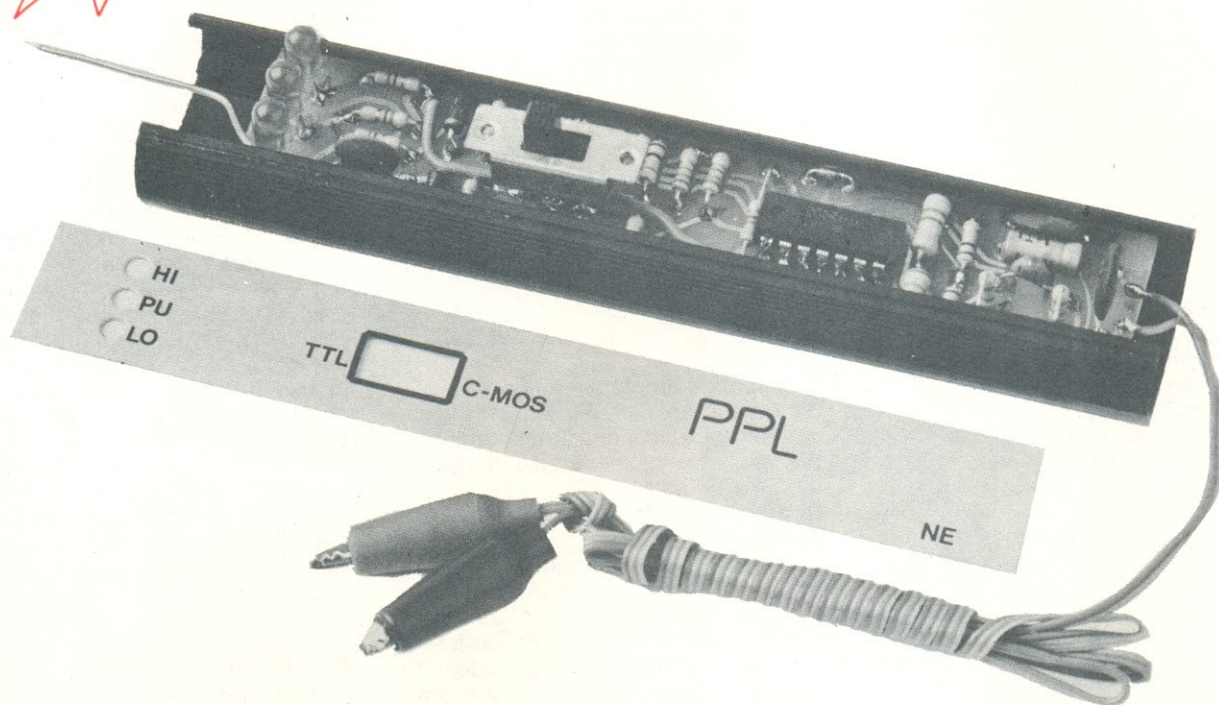
Fonte de alimentação — O transformador T1 fornece uma tensão CA de 18 V (tap central não usado) que

é retificada em onda completa pelos diodos D19 e D22 e filtrada pelo capacitor C1. Essa tensão CC é então aplicada aos dois CIs reguladores. O CI μA 7815 proporciona uma tensão de 15 V que é utilizada unicamente para o amplificador de áudio e o latch. O CI μA 7805 fornece 5 V regulados para os circuitos restantes.





O LOGIC PROBE



Equipe técnica NOVA ELETRÔNICA

Nossa seção de *kits* este mês traz uma novidade. Circuitos simples e funcionais constituirão doravante uma opção destinada principalmente à necessidade de exercício prático de iniciantes e estudantes. Com um detalhe muito importante: gastando pouco. Pelas suas características chamaremos os novos dispositivos de *mini-kits*. E para inaugurar a série apresentamos o LOGIC PROBE.

Especificações Técnicas

Alimentação: de 5 a 15 VCC

Corrente de repouso:

p/ VCC = 5 V \rightarrow 3,4 mA

p/ VCC = 15 V \rightarrow 7,7 mA

Corrente com 3 LEDs acesos:

p/ VCC = 5 V \rightarrow 14 mA

p/VCC = 15 V \rightarrow 40 mA

Impedância de entrada: $> 1 \text{ M}\Omega$
em paralelo com 56 pF

Sobrecarga na entrada:

$\pm 30 \text{ VCC}$ continuamente
 $\pm 110 \text{ VCA}$ por 15 segundos

Níveis de detecção:

CMOS $\left\{ \begin{array}{l} \text{High (1)} = 0,66 \text{ VCC} \\ \text{Low (0)} = 0,3 \text{ VCC} \end{array} \right.$

TTL $\left\{ \begin{array}{l} \text{High (1)} = 2,3 \text{ V} \\ \text{Low (0)} = 0,9 \text{ V} \end{array} \right.$

Largura de pulso detectável: 50 nanossegundos

Máxima frequência detectável: 25 MHz

Na Eletrônica, como em qualquer atividade, é mais que evidente a necessidade de uma praxis sistemática. Montar circuitos, manusear instrumentos e ferramentas, conhecer componentes, atualizar-se com as novas técnicas, tudo isso deve ser rotina para quem deseja enfronhar-se profundamente na área.

Mas, devemos reconhecer, isso não é fácil para quem está começando. Os iniciantes geralmente não traba-

ham, ou são obrigados a empregar-se em outros setores, e portanto nem sempre têm dinheiro para adquirir os kits mais complexos e caros. Ai é que entram os mini-kits. Como um meio mais barato de "praticar" Eletrônica, montando ao mesmo tempo alguma coisa de utilidade.

Os nossos mini-kits serão sempre circuitos interessantes, elaborados e organizados de modo a custarem pouco. Não incluirão caixa, painel e outros

complementos que costumam onerar os aparelhos, compreendendo apenas a placa impressa, os componentes e o manual de instruções. O acabamento, embalagem e outros itens não essenciais, ficarão à escolha e ao sabor das possibilidades do montador.

Essa é a nossa proposta com os mini-kits. Mais uma escolha que a NOVA ELETRÔNICA coloca aos estudantes e principiantes. Experimente acompanhar-nos no artigo desse primeiro dispositivo — o LOGIC PROBE.

O LOGIC PROBE

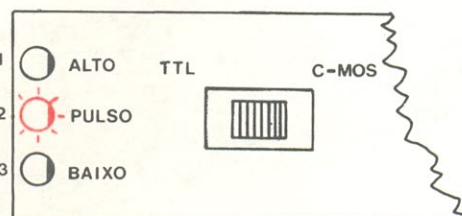
Como seu nome indica este *mini-kit* é uma ponta de prova lógica. O uso generalizado dos circuitos digitais em escala crescente é o próprio comprovante de sua utilidade para o técnico ou estudante.

As características reunidas pelo novo dispositivo tornarão muito mais fácil a manutenção e teste de circuitos digitais, do que utilizando um osciloscópio ou multímetro:

- alta impedância de entrada
- indicação visual dos níveis alto, baixo e pulsos.
- baixo consumo
- portátil e de fácil manuseio

A leitura do estado do bit sob teste é direta, e se faz por meio de três LEDs. A tabela I mostra como você deverá interpretar as indicações dadas por eles.

Outra característica particularmente importante do LOGIC PROBE é a presença de uma chave que selecionará níveis de referência diferentes para circuitos TTL e CMOS. Isso tornará a indicação bem mais confiável e precisa.



Princípio de funcionamento

Dividimos o circuito em partes para melhor explicar seu funcionamento. Siga a análise observando simultaneamente a figura 1.

Circuito de proteção de entrada. Este circuito tem a função de evitar danos ao LOGIC PROBE, danos esses que poderiam ser causados pelo seu uso indevido. É formado por D4, D5 e R4 e funciona do seguinte modo: se a tensão de entrada for maior que a tensão de alimentação, ela será grampeada através de D5 (R4 tem a função de limitar a corrente de entrada), o mesmo acontecendo se a entrada for negativa, só que neste caso o grampeamento será feito por D4.

Circuito de referência. Este é composto por um divisor resistivo (R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11) que dá as tensões de referência dos comparadores de níveis lógicos. Nesta parte do circuito é que se encontra a chave seletora que muda a referência especificamente para TTL ou CMOS. Quando a chave estiver posicionada em TTL, o circuito detectará como nível baixo (nível "0") tensões abaixo de 0,8 V e como nível alto (1) tensões acima de 2,3 V. Quando a chave estiver posicionada em CMOS, detectará como nível baixo tensões inferiores a 30% da alimentação e como nível alto tensões superiores a 70% da alimentação. Ainda nesta etapa, R3 mantém uma tensão intermediária na entrada dos comparadores, para que nenhum LED se acenda quando não houver tensão de entrada.

Circuito de detecção de níveis. Os comparadores CI1A e CI1B são os responsáveis pela detecção dos níveis alto (1) e baixo (0) respectivamente. Como já dissemos, na ausência de tensão de entrada, os LEDs D1 e D3 permanecem apagados, isto porque nos

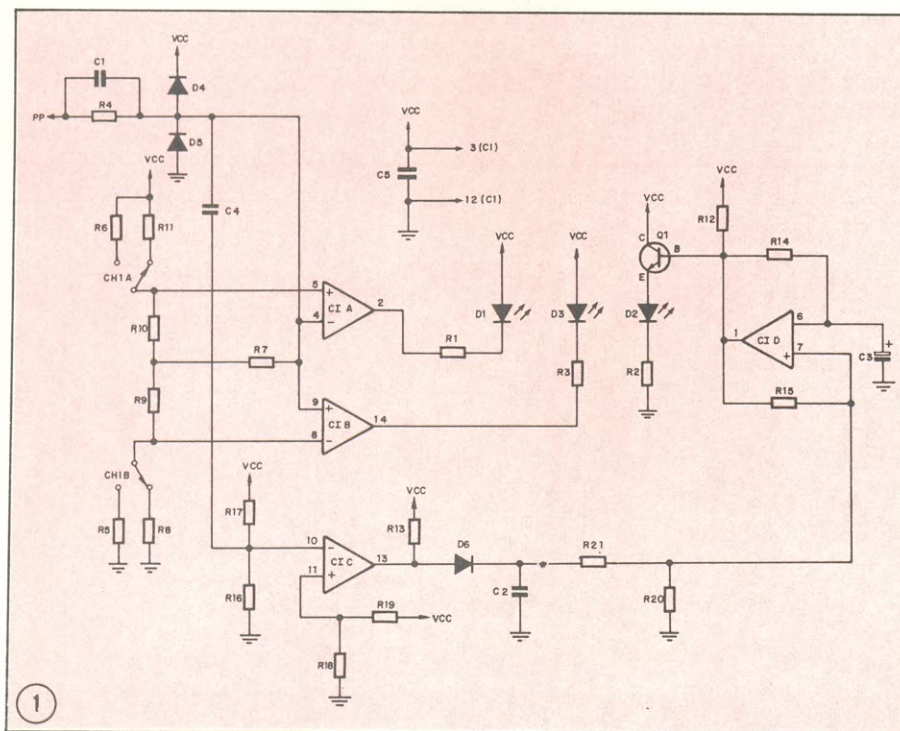





















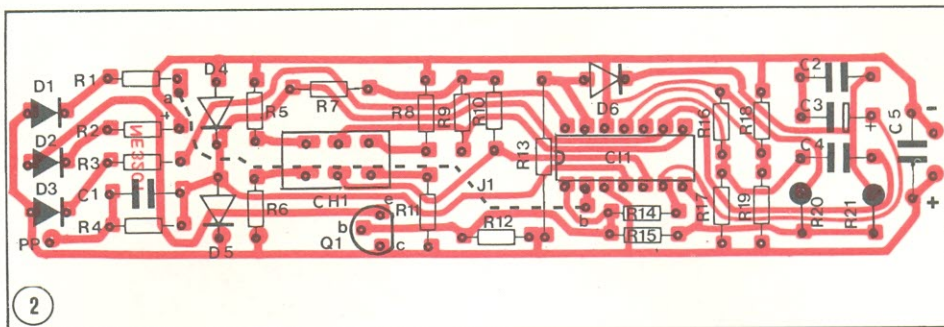


TABELA I

| D1 | D2 | D3 | |
|---|---|---|--------------------|
|  |  |  | _____ |
|  |  |  | NÍVEL ALTO |
|  |  |  | NÍVEL BAIXO |
|  |  |  | PULSOS |
|  |  |  | IMPULSOS NEGATIVOS |
|  |  |  | IMPULSOS POSITIVOS |
| | | | |
|  | LED | | APAGADO |
|  | LED | | ACESO |
|  | LED | | PISCANDO |

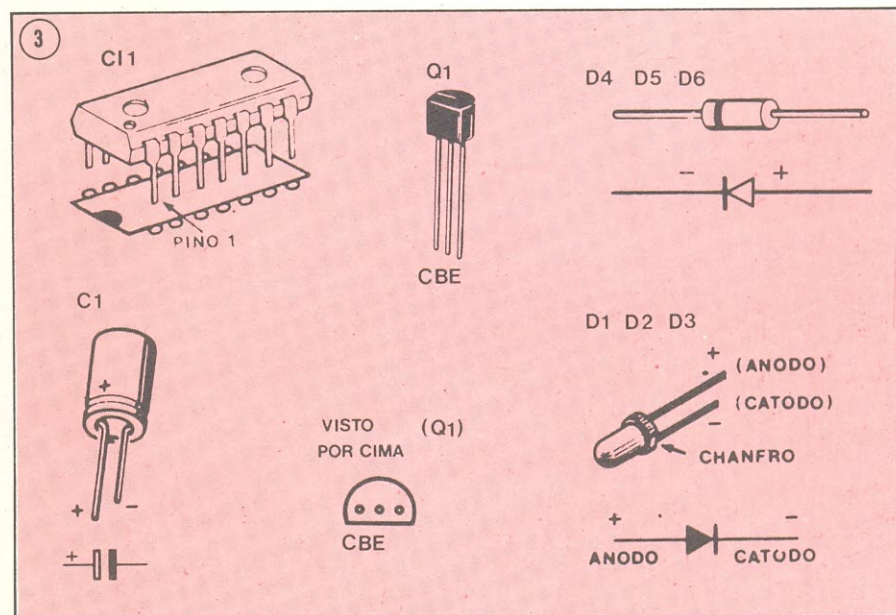
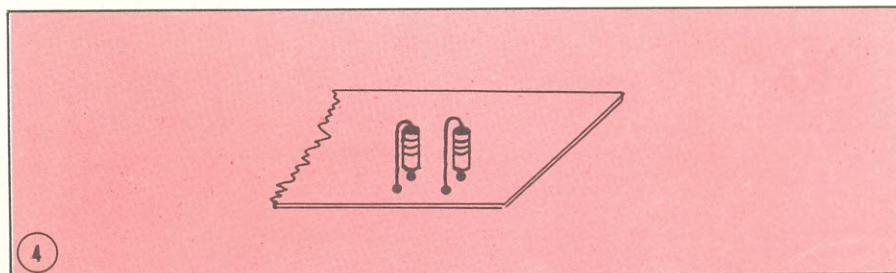
comparadores as entradas não-inversoras estão com um nível de tensão maior que as entradas inversoras. Com isso, as saídas dos comparadores estão em aberto (devido à característica do CI usado). Quando a tensão de entrada for maior que a tensão de referência do nível alto, a saída de CI1A irá para "O", fazendo acender o LED indicador desse nível. Acontecerá o mesmo com CI1B se a tensão de entrada for menor que a tensão de referência do nível baixo, acendendo o LED indicador de "O".



Circuito de detecção de pulsos. Esta parte do circuito é formada por um oscilador (CI1D), controlado por um comparador (CI1C).

Sem a presença de pulsos temos na entrada não-inversora de CI1C um nível de tensão maior do que na sua entrada inversora. Assim, a saída desse comparador estará na terra e o oscilador inativado. Para que o oscilador seja ativado, C2 deve carregar-se com uma tensão próxima de VCC.

Ao se aplicar pulsos na entrada do LOGIC PROBE, estes são acoplados, através de C4, à entrada inversora de CI1C. Na descida do pulso haverá uma queda de tensão nesta entrada, o que fará com que sua saída fique em aberto (o CI usado possui saída em "coletor aberto"), ocasionando a carga de C2 através de R13, pois D6 se polarizará diretamente. Havendo uma continuidade nos pulsos, C2 receberá recarga constante, mantendo o oscilador em atividade até que cesse a entrada de pulsos. D6 impede a descarga de C2 através de CI1C, quando a saída deste volta à terra. Q1 funciona como *buffer* isolando a saída do oscilador do circuito indicador dos pulsos, formado por R2 e o LED D2.



Montagem

Daremos a seguir uma sequência de trabalho que consideramos a mais racional para a montagem do *mini-kit*. Siga, agora, a figura 2 (placa impressa).

1 — Comece preparando o *jumper* J1; para isso pegue um pedaço de fio paralelo e separe um segmento de aproximadamente 10 cm para unir os pontos A e B, seguindo a linha tracejada indicada na placa.

2 — Agora solde os resistores R1 a R21, seguindo a ordem numérica para maior facilidade. Verifique o valor de cada um na lista de material. Uma observação: R20 e R21 devem ser montados em pé, conforme a figura 4.

3 — Solde os capacitores, tomando cuidado com C3, que é eletrolítico, e portanto tem polaridade definida. Procure soldá-los todos bem rentes à placa de circuito impresso.

4 — O próximo passo é soldar os diodos D4, D5 e D6. Pela figura 3 você

identificará a forma correta de posicioná-los na placa. A exemplo dos resistores e capacitores, também os diodos devem ser fixados bem rentes à placa.

5 — Solde agora o circuito integrado e o transistor, observando também a figura 3 para posicioná-los corretamente. Muito cuidado para não sobreaquecê-los.

6 — Posicione a chave H-H no seu devido lugar usando para isso sobras de terminais de resistores, a fim de aumentar o comprimento dos terminais da mesma, caso isso seja necessário.

7 — Agora os LEDs (D1, D2 e D3). Tome cuidado com sua polaridade, lembrando que o lado chanfrado cor-

responde ao terminal negativo (cátodo). Cheque isso também pela figura 4. Os LEDs deverão ficar a uma distância de mais ou menos 1 cm da placa.

8 — Prepare o fio paralelo, soldando em uma das extremidades as garras jacaré (cada garra com o fio da cor correspondente) e as outras extremidades separadas em aproximadamente 2 cm e descascadas em 0,5 cm, solde-as aos pontos indicados como + (fio vermelho) e - (fio preto) da placa.

9 — O ponto PP na placa destina-se à ligação da ponta de prova do LOGIC PROBE. Este item, bem como a confecção de uma caixa, deixamos a cargo do montador.

AGORA EM PORTO ALEGRE EM PLENA
AV. ALBERTO BINS, KITS NOVA ELETRÔNICA

UMA TRADIÇÃO DE 34 ANOS NO COMÉRCIO
DE COMPONENTES ELETRÔNICOS.

IMAN

Importadora

DE MAURÍCIO FAERMANN
& CIA LTDA

A CASA QUE TEM TUDO QUE O RÁDIO-
TÉCNICO PRECISA.

- AMPLIFICADORES DE SOM
- ACESSÓRIOS PARA RÁDIO E TV
- DIACS
- CIs
- TRANSISTORES
- VÁLVULAS PARA TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO
- SEMICONDUTORES EM GERAL

IMAN IMPORTAÇÃO LTDA.
AV. ALBERTO BINS 547/57
FONES: (0512) 21-5069
24-8948
33-4646

“ATENDEMOS PEDIDOS POR REEMBOLSO.”

Relação de material

RESISTORES

- R1 — 390 (laranja-branco-marrom).
R2 — 390 (laranja-branco-marrom).
R3 — 390 (laranja-branco-marrom).
R4 — 2,7 k (vermelho-violeta-vermelho).
R5 — 68 k (azul-cinza-laranja).
R6 — 220 k (vermelho-vermelho-amarelo).
R7 — 1 M (marrom-preto-verde).
R8 — 100 k (marrom-preto-amarelo).
R9 — 56 k (verde-azul-laranja).
R10 — 56 k (verde-azul-laranja).
R11 — 100 k (marrom-preto-amarelo).
R12 — 4,7 k (amarelo-violeta-vermelho).
R13 — 4,7 k (amarelo-violeta-vermelho).
R14 — 100 k (marrom-preto-amarelo).
R15 — 470 k (amarelo-violeta-amarelo).
R16 — 4,7 M (amarelo-violeta-verde).
R17 — 2,7 M (vermelho-violeta-verde).
R18 — 100 k (marrom-preto-amarelo).
R19 — 100 k (marrom-preto-amarelo).
R20 — 470 k (amarelo-violeta-amarelo).
R21 — 470 k (amarelo-violeta-amarelo).
Todos os resistores tem seu valor dado em ohms, com tolerância de 5%. R4 deve ser obrigatoriamente de 1/4 W; os demais podem ser de 1/8 W.

CAPACITORES

- C1 — 560 pF (disco)
C2 — 100 nF (poliéster ou disco)
C3 — 1 µF (eletrolítico)
C4 — 1 nF (disco ou plate)
C5 — 100 nF (poliéster ou disco)
Todos os capacitores devem ser isolação mínima de 16 V.

SEMICONTUDORES

- D1 — LL 203R (LED)
D2 — LL 203R (LED)
D3 — LL 203R (LED)
D4 — 1N4001 a 1N4007
D5 — 1N4001 a 1N4007
D6 — 1N914 ou 1N4148
Q1 — BC547, BC237 ou BC337 (transistor)
CI1 — LM339 (circuito integrado)

DIVERSOS

- Chave H-H mini
1 garra jacaré vermelha
1 garra jacaré preta
1 m de cabo duplo 2 x 22 AWG preto e vermelho
1 placa de circuito impresso NE 3201

Este kit, assim como os demais kits Nova Eletrônica, podem ser adquiridos, prontos para montar, na Filcres e em todos os representantes espalhados pelo Brasil. Consulte sempre as últimas páginas de cada número da Nova Eletrônica para manter-se informado sobre kits e representantes.

O PROBLEMA É SEU

Decodificador BCD

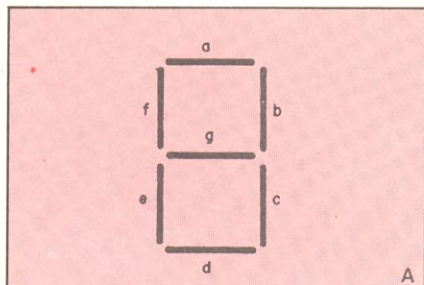
- 7 Segmentos -

Paulo Nubile

O Problema é Seu deste mês é destinado aos leitores que estejam acompanhando o curso de Práticas em Técnicas Digitais e aos estudantes da área de eletrônica digital.

Para a visualização dos números num sistema digital foram desenvolvidos "displays" de 7 segmentos (de *a* até *g*, como mostra a figura A). Tais segmentos nada mais são que diodos emissores de luz e devem acender conforme a palavra de entrada, que, geralmente, é apresentada no código BCD. O LED *a*, por exemplo, deve acender para os números 0, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9. O LED *b* para os números 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8 e 9; e assim com os outros segmentos.

A tabela verdade para os 7 segmentos é dada pela figura B. Para cada saída da tabela verdade há um circuito lógico correspondente. Anote nos espaços pontilhados a letra (de *a* até *g*) que corresponde à saída de cada circuito lógico.



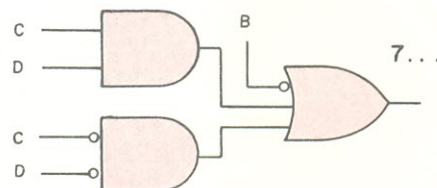
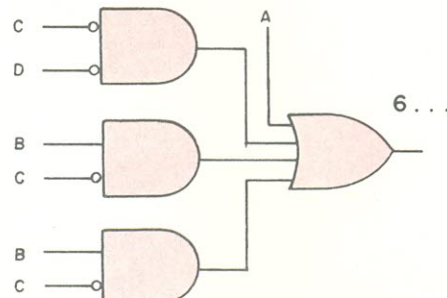
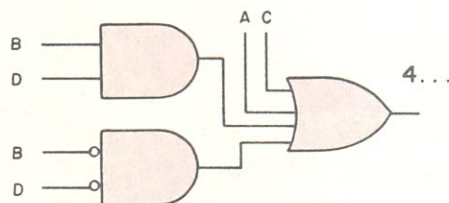
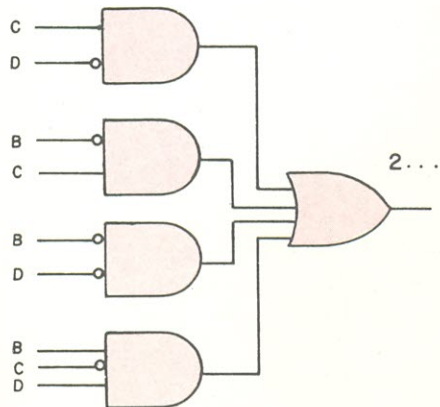
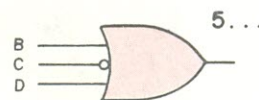
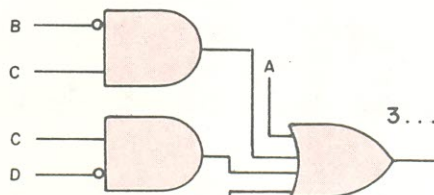
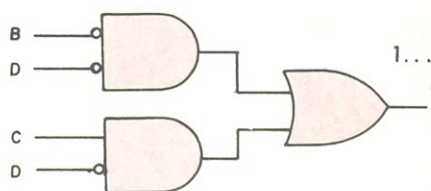
A

| A | B | C | D | a | b | c | d | e | f | g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | 0 | 1 | 1 | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | 1 | 0 | 0 | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | 1 | 0 | 1 | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | 1 | 1 | 0 | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | 1 | 1 | 1 | x | x | x | x | x | x | x |

SITUAÇÕES
QUE NÃO
EXISTEM
NO CÓDIGO
BCD

X = estado irrelevante

B



Você poderá descobrir a resposta de várias formas. Uma delas é montar os mapas de Veight Karnaugh para cada saída, outra é testar cada possibilidade para A, B, C e D e descobrir em

que situações o segmento acende.

Seja como for, é uma boa oportunidade para pensar no problema da decodificação BCD para 7 segmentos.

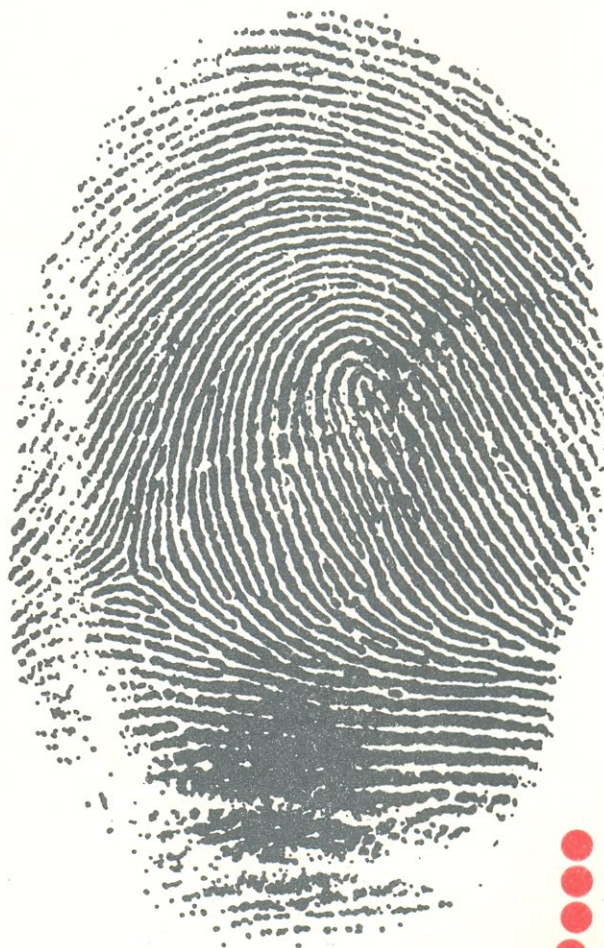
Resposta: e, d, g, a, c, f, b.

**DIGITAL CADA UM TEM UMA.
MAS A NOSSA É MELHOR.
PORQUE TEM UM ESTOQUE
COMPLETO E VARIADO DE
COMPONENTES ELETRÔNICOS
E DOS KITS NOVA ELETRÔNICA.**



Componentes Eletrônicos Ltda.

Rua Conceição, 377/383 — Porto Alegre, RS
Fone: (0512) 24-4175
TELEX 0512708 DGTL BR



A ELETRÔNICA DOS

Circuitos Básicos

Paulo Nubile

No desenvolvimento da eletrônica, os osciladores desempenharam papel fundamental. Sem um oscilador, Marconi não poderia ter concretizado a primeira transmissão de sinais sem fios, ou seja, todo o enorme desenvolvimento das telecomunicações não teria sido possível. Não teríamos rádio, nem televisão (pelo menos na forma como os conhecemos hoje).

Os primeiros osciladores foram construídos à base de válvulas. Inclusive, algumas válvulas foram construídas especialmente para atuarem como circuitos osciladores — caso das válvulas Magnetron e Klystron. Atualmente, os osciladores a válvula são usados apenas nos circuitos transmissores de alta potência, como em emisoras de TV ou rádio.

Logo depois surgiram os osciladores a transistor, que são largamente usados até hoje. Neste terceiro artigo da série “A Eletrônica dos Circuitos Básicos” estudaremos os principais tipos de osciladores a transistor e suas aplicações na eletrônica.

Oscilações e Osciladores na natureza

Dentre as lições que nos ensina a natureza e que talvez tenha primeiro despertado o homem está a extrema precisão na repetição de certos fenômenos. Por exemplo: os dias e noites, as fases da Lua, o fluxo e refluxo das marés. Esses ciclos bem definidos na natureza inquietam o espírito humano. O homem, então, foi impelido a inventar máquinas e processos cíclicos, copiando os processos naturais. Daí surgiram as ampulhetas e os relógios.

E desde então o homem se fascina com o que se convencionou chamar de processos oscilatórios. Num parque infantil, por exemplo, o que mais fascina a criança (pelo menos no meu tempo era) é a balança. E a balança não passa de um oscilador natural.

A balança nada mais é que o mais simples dos osciladores mecânicos e é conhecida, no mundo da física, como pêndulo. Um pêndulo consiste basicamente de um fio de comprimento l com uma massa presa em uma extre-

midade; com a outra extremidade fixa num ponto. Observe a figura 1. O pêndulo tem algumas propriedades interessantes:

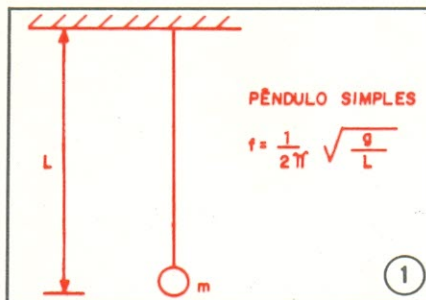
— a frequência com que o pêndulo oscila, ou seja, o número de vezes por segundo que ele volta à posição inicial, depende apenas da massa e do comprimento do pêndulo e não depende da amplitude das oscilações (isso para o caso em que o comprimento l é

bem maior que a excursão da massa em cada oscilação). Embora isso seja verdade, é preciso constantemente “empurrar” o pêndulo para que ele continue a oscilar. Há atrito do pêndulo com o ar e no ponto de fixação que “rouba” uma parcela da energia fornecida ao pêndulo e, portanto, para que ele oscile continuamente é preciso suprir essa parcela de energia perdida. A esse processo dá-se o nome de realimentação.

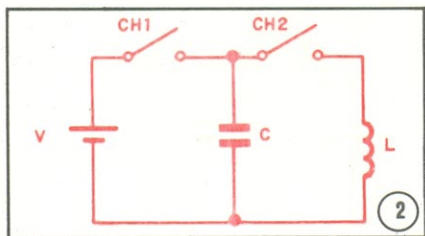
Oscilações em circuitos eletrônicos

Como você imaginaria um processo de oscilação num circuito eletrônico?

É simples, basta imaginar um ponto elétrico cuja tensão varie de intensidade e polaridade com o tempo, assim como acontece com o pêndulo mecânico. O circuito elétrico elementar capaz disso é o chamado circuito tanque. É constituído de apenas um indutor associado a um capacitor em paralelo, como mostra a figura 2.



O pêndulo mecânico com sua frequência de oscilação para pequenas amplitudes.



O equivalente elétrico do pêndulo: um circuito tanque.

Para entender o processo oscilatório num circuito tanque, vamos fazer uso das chaves Ch1 e Ch2. Fechando Ch1, o capacitor se carrega assintoticamente até V . Nessa situação, o circuito tanque armazena uma quantidade de energia eletrostática entre as armaduras do capacitor. Carregado o capacitor, pode-se abrir a chave Ch1 e logo a seguir fechar a chave Ch2. No exato instante de acionamento da Ch2, se estabelece uma corrente elétrica que flui pelas espiras do indutor. Essa corrente vai perdendo intensidade com o tempo e o indutor reage a essa variação de corrente criando um campo magnético semelhante ao de um ímã. Há um momento porém em que toda a carga do capacitor se escoou e, sendo assim, não há mais corrente para manter o campo magnético do indutor. O fluxo magnético tende a diminuir o que ocasiona o aparecimento de uma força eletromotriz induzida em

seus terminais. Nesse instante, toda a energia está armazenada no campo magnético do indutor e o aparecimento dessa força eletromotriz induz a recarga do capacitor, só que desta vez com polaridade invertida em relação ao ciclo inicial. O capacitor volta a adquirir sua carga quando o campo magnético no indutor se anula. E assim repete-se o ciclo indefinidamente. A figura 3 ilustra o desencadeamento do processo oscilatório num circuito tanque.

Caso não houvesse perdas nos componentes (o indutor e o capacitor nunca se comportam idealmente), o circuito oscilaria indefinidamente. Mas como um pêndulo mecânico vai parando com o tempo, as oscilações num circuito tanque, depois de alguns ciclos praticamente inexistem. Para que o circuito continue oscilando, portanto, é preciso suprir tais perdas.

Como fazer isso?

Vimos no primeiro artigo desta série, que o circuito tanque é um circuito passivo, isto é, a tensão de saída é sempre menor que a tensão de entrada. Para que um circuito passivo seja alimentado constantemente por um nível mais ou menos fixo de tensão, é preciso compensar a atenuação com um outro circuito, um amplificador. É claro, se um amplificador restitui o nível inicial, o circuito tem chances de oscilar por um longo período de tempo.

Não só o circuito tanque pode ser usado como elemento chave num circuito oscilador. Você verá, daqui a algumas linhas, outros circuitos capazes de fazê-lo, como a ponte de Wien, o cristal de quartzo e etc. No restante deste artigo vamos nos deter na análise desses circuitos.

Os osciladores a transistor

Um oscilador nada mais é que um circuito que fornece uma tensão alternada (ou continua pulsante) de uma determinada frequência. A maior parte dos osciladores se vale de um circuito sintonizado e um amplificador ligados por um elo de realimentação (veja a figura 4). A princípio, um amplificador tem condições de amplificar um sinal de qualquer frequência (pense num amplificador ideal), o circuito sintonizado define a frequência exata do sinal de saída. O elo de realimentação desempenha um papel importantíssimo. A defasagem do sinal de entrada e saída do amplificador deve ser nula ou múltipla de 360° . Em outras palavras, é preciso que, para uma ascensão do sinal de saída do filtro, haja também uma ascensão do sinal de entrada e, igualmente, para um declínio do sinal de saída deve haver um declínio do sinal de entrada.

Vamos examinar um exemplo em que o sinal de entrada do amplificador esteja defasado em 180° do sinal de

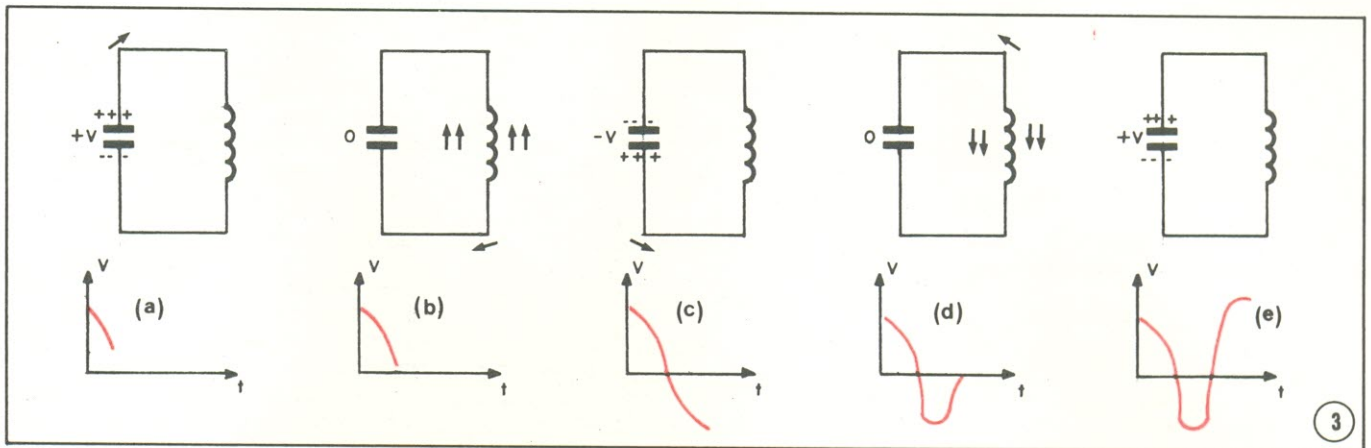
NOVO
DISTRIBUIDOR
DOS
KITS
NOVA
ELETRÔNICA

INSTRUMENTOS
ELETRÔNICOS
E COMPONENTES
SEMICONDUCTORES
EM GERAL

ELETRÔNICA ARACAJU LTDA.

ARACAJU — SE

Rua São Cristóvão, 346
Fone: 222-4126
Rua Laranjeiras, 304/308
Fone: 222-0887



(a) o capacitor está carregado e uma corrente começa a fluir pelo indutor. (b) toda a carga do capacitor já se escoou pelo indutor e a energia está toda armazenada no campo magnético e como não há mais corrente para manter o campo magnético, aparece uma força eletromotriz induzida nos terminais do indutor. (c) o capacitor se carrega com polaridade indicada na figura devido ao aparecimento da força contra-eletromotriz. (d) o capacitor novamente se descarrega transferindo sua energia para o indutor. (e) tudo volta à condição inicial quando a força contra-eletromotriz induzida no indutor carrega o capacitor com $+V$.

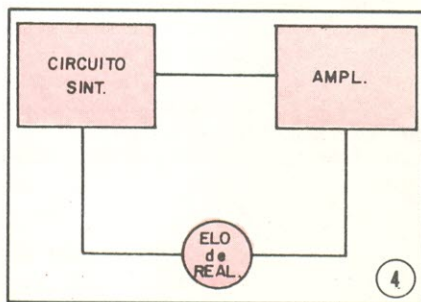


Diagrama básico de um oscilador.

Os osciladores a 3 impedâncias (como o Colpitts e o Hartley) aparecem muito nos esquemas de receptores transistorizados.

saída. Isto significa que, se o sinal é uma senóide, enquanto a saída inicia o semi-ciclo positivo, o sinal de entrada desenvolve o ciclo negativo. Neste caso, o que acontece é óbvio: o próprio sinal realimentado atenua o sinal de saída de tal forma que depois de alguns ciclos, o sinal de saída é totalmente estirpado; conseqüentemente, para esses casos, o circuito nunca funcionaria como amplificador. Caso o amplificador apresente uma defasagem de 180° , o elo de realimentação deve adicionar mais 180° para que os sinais de entrada e saída do amplificador estejam em fase.

Os osciladores podem ser classificados de acordo com a frequência e o sinal de saída. Há os osciladores de áudio, ultrassom, e os de alta frequência, como os osciladores VHF e UHF.

Quanto à forma de onda do sinal de saída, se a forma de onda for senoidal, os osciladores são chamados de senoidais; se a forma de onda for quadrada, os osciladores são chamados de geradores de onda quadrada e as-

A condição que todos os osciladores devem satisfazer para funcionarem se resume nas seguintes palavras: o produto dos ganhos do amplificador e da malha de realimentação deve ser unitário.

sim por diante. Há circuitos geradores de onda quadrada que são conhecidos como multivibradores, mas eles serão discutidos apenas no próximo artigo da série, por hora discutiremos apenas os osciladores senoidais transistorizados.

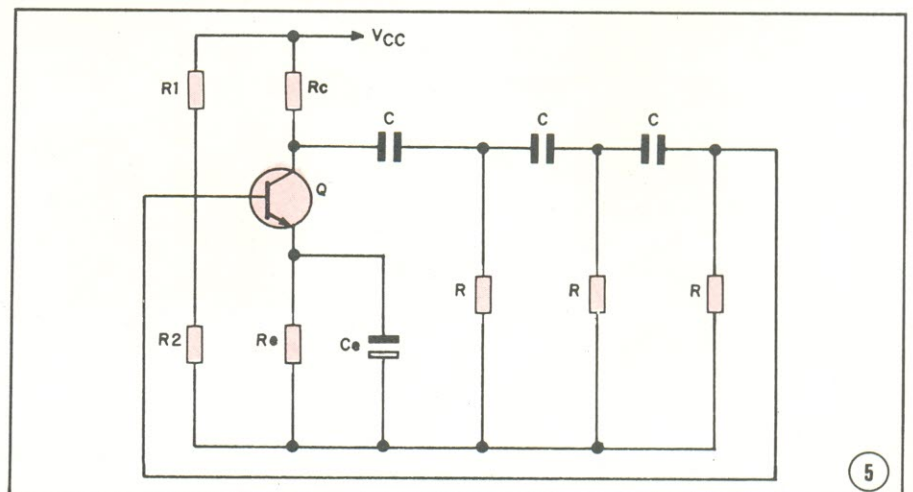
Os osciladores RC

Dos osciladores senoidais, os RC são os mais elementares. São chamados de osciladores RC porque a malha de realimentação é constituída apenas por resistores e capacitores.

Na figura 5 se encontra o circuito do oscilador por deslocamento de fa-

se ("phase shift" em inglês). A idéia desse circuito é aproveitar o amplificador classe A básico com uma malha de realimentação simples. Acontece que o amplificador classe A é inversor, isto é, a defasagem entre o sinal de entrada e saída é de 180° , logo, a malha de realimentação deve cuidar dos restantes 180° para que os sinais de entrada e saída do amplificador estejam em fase.

Cada célula RC das três que compõem a malha de realimentação é encarregada de defasar o sinal de 60° . Acontece que a defasagem de uma célula RC depende da frequência do sinal de entrada; isto quer dizer que em apenas uma frequência isto é possível e é justamente nessa frequência que o oscilador oscilará. Para uma frequência ligeiramente inferior ou superior a defasagem não vale exatamente 180° e o sinal é então atenuado sucessivamente até desaparecer. No caso específico do oscilador por deslocamento de fase, a malha de realimentação



O oscilador por deslocamento de fase.

Um cristal de quartzo pode se tornar um elemento de grande ajuda na definição de frequência de trabalho de um oscilador. É, sem dúvida, o mais seletivo dos componentes eletrônicos.

atua como um circuito seletivo também.

Mais uma condição para que um oscilador desse tipo funcione deve ser respeitada. Suponha que o ganho do amplificador (relação de tensão entre os sinais de entrada e saída) seja A e o ganho da malha de realimentação (que é sempre menor que 1) seja B. O produto entre A e B deve ser igual a 1. Se AB for maior que 1, isso significa que o sinal realimentado cresce sempre, já que a parcela de amplificação é maior que a de atenuação, e rapidamente o estágio atingiria a saturação, deixando de oscilar. Igualmente, se AB for menor que 1, o sinal de realimentação vai cada vez perdendo sua intensidade, já que a parcela de atenuação é maior que a de amplificação, ou seja, o sinal desapareceria em poucos ciclos.

As duas condições de projeto para um circuito oscilador por deslocamento de fase são as seguintes:

1 — defasagem de cada célula = 60°

2 — $AB = 1$ (produto do ganho do amplificador pela atenuação da malha deve ser unitário).

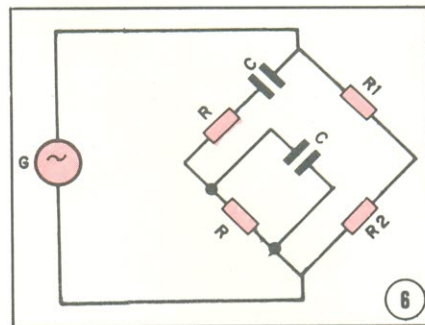
Um segundo tipo de oscilador RC muito usado é o conhecido oscilador a ponte de Wien. Sobre esses osciladores há um artigo na revista Nova Eletrônica número 34.

Na figura 6 se encontra o circuito da ponte de Wien. Com valores arbitrários de resistores e capacitores, a forma de onda do sinal entre os pontos A e B será atenuada e defasada em relação ao sinal do gerador G. Porém, na condição de equilíbrio ($Z_1 \times R_3 = Z_2 \times R_4$), a defasagem é nula. A condição de equilíbrio ocorre apenas numa frequência.

No próximo artigo da série "A Eletrônica dos Circuitos Básicos" iremos estudar os interessantes multivibradores transistorizados, com suas versões a circuito integrado.

Assim, se usarmos uma ponte de Wien num circuito como o da figura 7, ele oscilará na frequência de equilíbrio da ponte. É claro que nesse caso, o amplificador A não pode ser inversor.

Todo circuito que tiver essa configuração é chamado de oscilador a ponte de Wien.



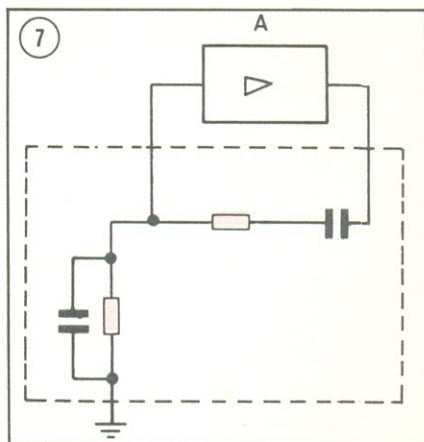
O circuito da ponte de Wien.

Como a ponte de Wien exige um amplificador não inversor, são usados, normalmente, dois estágios transistorizados no esquema do oscilador, como mostra a figura 8. A ponte permite a oscilação em apenas uma frequência. Nesse esquema as outras duas impedâncias da ponte são respectivamente a impedância de entrada do am-

Desde pequeno você está acostumado às oscilações; desde quando você ia ao parquinho e brincava de balançar.

| MÓDULOS PROFISSIONAIS | | UM CONSULTOR AO SEU LADO |
|---|---|--|
| MÓDULO 1 Prática de Serviço — TV a Cores Neste Módulo você vai conhecer na intimidade 49 modelos de 7 fabricantes nacionais. Sem contar as "dicas" que ele vai lhe fornecer no seu dia a dia. | MÓDULO 2 Antenas de TV Neste Módulo você vai aprender tudo sobre antenas de TV. Técnicas precisas e soluções seguras. O fim dos fantasmas, chuviscos e interferências indesejáveis. Construa sua própria antena, instale e ganhe muito dinheiro. | MÓDULO 3 Sistemas de Transmissão e Recepção Neste Módulo são detalhadas as características do Sistema NTSC, PAL-M e PAL-N, suas vantagens e a modificação do PAL-M para o PAL-N e ajustes de recepção. |
| MÓDULO 4 Técnicas e Serviço — National Você vai conhecer de perto os atuais lançamentos da National Panacolor TC-182N/205N/ e 206B. | TECNOLOGIA DE ENSINO ipdtel — instituto de pesquisas e divulgação de técnicas eletrônicas s/c Ltda. Rua Dr. Augusto de Miranda, 747 Caixa Postal 11916 - CEP 01000 - SP - Capital Credenciado pelo Conselho Federal de Mão de Obra sob nº 192 | |
| MÓDULO 5 Técnicas e Serviço — TOSHIBA Os recentes lançamentos da Toshiba. O TS 201 e 202 ET, são focalizados neste Módulo. | <div style="text-align: right; transform: rotate(-45deg);">ESCREVA-NOS AINDA HOJE</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> Solicito informação dos Módulos Profissionais inteiramente grátis. </div> <div style="margin-top: 10px;"> NOME _____ END. _____ CIDADE _____ ESTADO _____ CEP _____ </div> | |

ipdtel

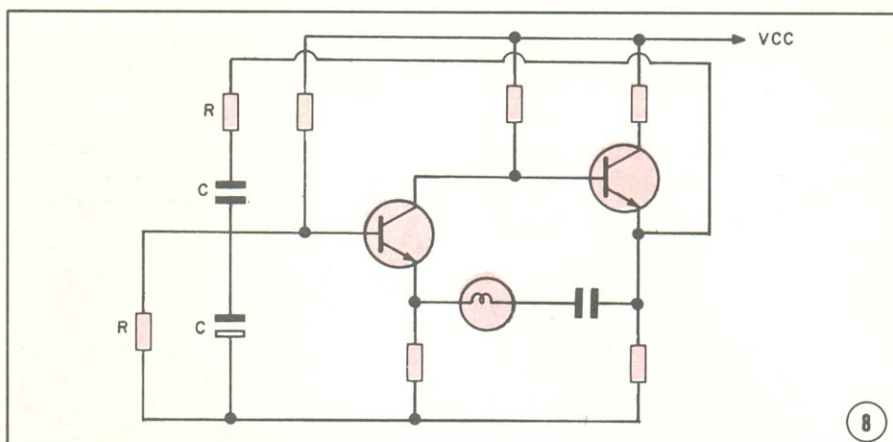


O oscilador a ponte de Wien genérico.

plificador e de saída do amplificador. A lâmpada é colocada no esquema para conservar a amplitude das oscilações dentro de uma faixa; a resistência da lâmpada aumenta com o aumento da tensão, reduzindo o ganho do segundo estágio de amplificação.

Os osciladores LC

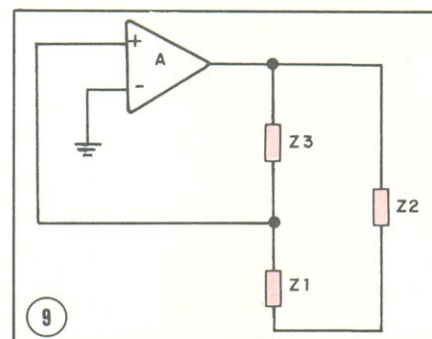
Na introdução deste artigo, dissemos que um oscilador é constituído de um amplificador, uma malha de realimentação e um circuito sintonizado. Há uma grande variedade de osciladores que usa circuitos LC. Os mais conhecidos são os osciladores Colpitts e Hartley.



Circuito transistorizado de um oscilador a ponte de Wien.

A maioria desses osciladores tem a configuração mostrada na figura 9. O dispositivo ativo pode ser um transistor, um FET ou um amplificador operacional.

Se Z1 e Z2 forem capacitores e Z3 for um indutor, o circuito é chamado de oscilador Colpitts. Um exemplo de um oscilador Colpitts pode ser visto na figura 10. O amplificador usado nessa montagem é de configuração em emissor comum (inversor). Os capacitores C1 e C2 defasam o sinal de mais 180°, permitindo, assim, que o sinal de entrada e de saída do amplificador estejam em fase.



Configuração genérica do oscilador LC a 3 impedâncias.

Defasagem de uma malha RC

Para calcular a defasagem de uma malha RC é preciso calcular o ganho da célula em função das impedâncias do resistor e do capacitor.

$$G = \frac{V_s}{V_e}$$

$$G = \frac{Z_R}{Z_R + Z_C}$$

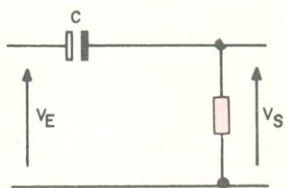
$$Z_R = R$$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C}$$

$$G = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}}$$

$$G = \frac{Rj\omega C}{Rj\omega C + 1} = \frac{R\omega C}{\sqrt{(R\omega C)^2 + 1}} \angle \frac{90^\circ}{\arctg R\omega C}$$

$$G = \frac{R\omega C}{\sqrt{(R\omega C)^2 + 1}} \angle 90^\circ - \arctg R\omega C$$



Observe que cada célula tem um ganho que é menor que 1 (atenuador) e um termo de defasagem. Num oscilador por deslocamento de fase, cada célula deve ter defasagem de 60°. Logo:

$$90^\circ - \arctg(\omega RC) = 60^\circ$$

$$\arctg(\omega RC) = 30^\circ$$

$$\omega RC = \operatorname{tg} 30^\circ$$

$$\omega RC = \sqrt{\frac{3}{3}} \\ f = \frac{\sqrt{3}}{6\pi RC}$$

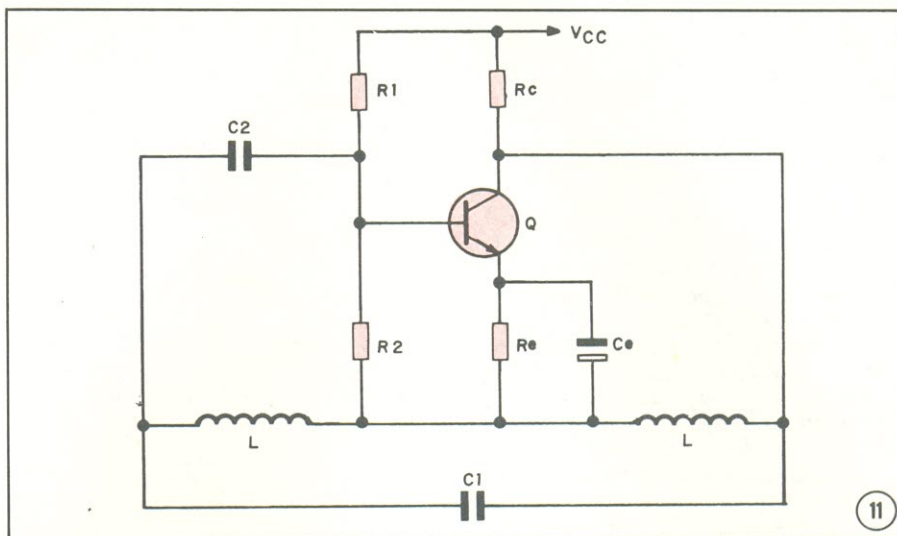
a frequência de oscilação é definida em termos dos valores de R e C. O ganho do amplificador que deve ser usado no oscilador deve ser o recíproco do ganho das três células em cascata, ou seja:

$$|A| = \frac{1}{|B|} = \frac{1}{|G^3|} = \left[\frac{(R\omega C)^2 + 1}{(R\omega C)^3} \right]^{3/2}$$

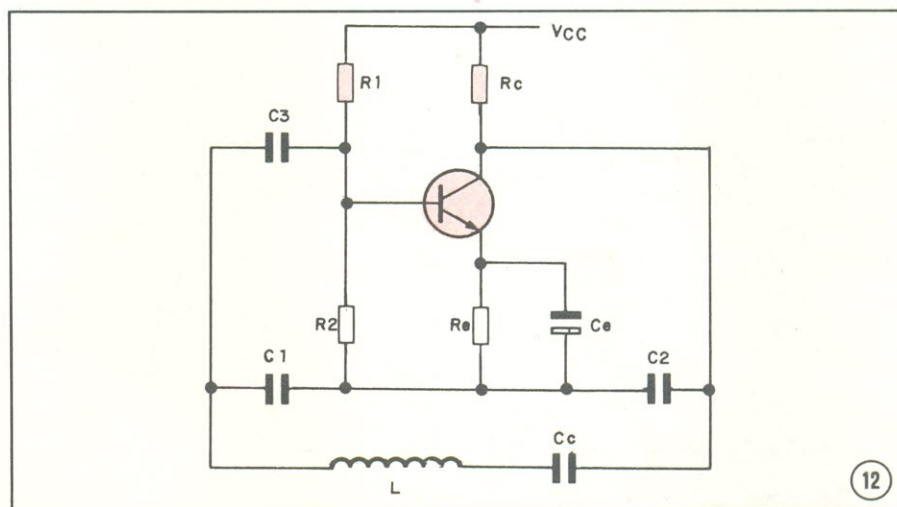
O equivalente elétrico do pêndulo mecânico é o circuito tanque. Enquanto num pêndulo mecânico a energia envolvida no sistema se alterna entre cinética e potencial, num circuito tanque a energia se alterna entre eletrostática e magnética.

A figura 11 mostra um oscilador em que Z1 e Z2 são indutores e Z3 é um capacitor. É chamado de oscilador Hartley. O funcionamento deste é análogo ao oscilador Colpitts. Os dois indutores anulam a defasagem entre entrada e saída do amplificador e o capacitor C em conjunto com as bobinas formam o circuito ressonante que define a frequência de oscilação.

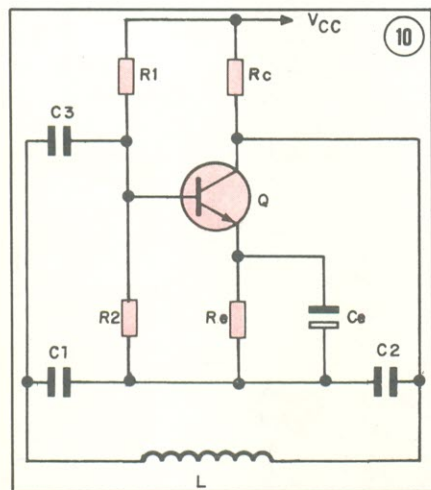
Uma terceira versão do oscilador a 3 impedâncias é o modelo Clapp. O oscilador Clapp surgiu de experimentos



O oscilador Hartley.



O oscilador Clapp.



O oscilador Colpitts.

feitos no oscilador Colpitts que mostraram que, se o indutor for substituído por uma associação série de um indutor e um capacitor, aumenta a estabilidade em frequência contra variações dos parâmetros de entrada e saída do amplificador. A figura 12 dá o diagrama elétrico do oscilador Clapp. Neste esquema, o termistor RB reduz a corrente de emissor para altas temperaturas.

Osciladores a cristal

Os cristais são muito usados, sós ou em conjunto com circuitos ressonantes, em circuitos osciladores. Observe o oscilador a FET da figura 13. A malha de realimentação é constituída pelo cristal e pela capacitância entre dreno e porta do FET. Ao lado da figura 12 há o modelo equivalente do cristal.

Se substituirmos o cristal pelo seu modelo equivalente, veremos claramente que a configuração se aproxi-

Para que um oscilador oscile por um longo período de tempo é preciso repor constantemente a energia dissipada nos componentes (como resistores, indutores, capacitores e etc.). Por isso são usados amplificadores em todos os circuitos de oscilação.

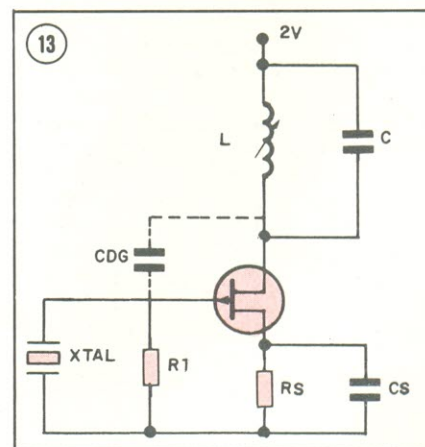
ma muito do modelo Clapp.

Uma grande variedade de osciladores a cristal é possível. Um cristal pode ser colocado de várias formas num amplificador a transistor. A figura 14 mostra um conjunto delas. São circuitos sintonizados por emissor, coletor e base de transistores bipolares. O circuito da figura 14a é similar ao oscilador Colpitts onde o cristal forma parte do circuito ressonante. A figura 14c

é análoga à configuração de um oscilador Hartley.

Osciladores por circuitos ressonantes

Um circuito tanque, acoplado por um transformador também pode fazer



Um oscilador a cristal com FET.

LABORATÓRIO DE EFEITOS LUMINOSOS

Termômetros, detectores de zero, tacômetros, indicadores de tensão da rede, luzes sequenciais, voltímetros com *extended range* e indicação de sobrecarga, etc. Esses são apenas alguns exemplos de aplicações possíveis com o Laboratório de Efeitos Luminosos.

Na verdade, este *kit* é mais simples do que possa parecer. Trata-se de um indicador de níveis de tensão formado por 10 comparadores, todos contidos num único integrado (o novo LM 3914), à saída dos quais são ligados 10 LEDs.

KITs NOVA ELETRÔNICA
para amadores e profissionais
À VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES

RALLY



Com seu *display* fluorescente verde, o *Rally* é um relógio digital especialmente preparado para as condições de funcionamento em automóveis. Além de apresentar em baixo consumo, ele permanece aceso apenas quando a chave de ignição do veículo está ligada. Mas isto não quer dizer que ele interrompa sua contagem quando o carro é desligado; embora apagado, o *Rally* continua o seu trabalho, evitando que você tenha de reajustá-lo a cada vez que entra no carro. E tem mais, a luminosidade do *display* é automaticamente controlada pelas condições de luz ambiente.

KITs NOVA ELETRÔNICA
para amadores e profissionais
À VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES

um amplificador oscilar. Veja como isso é possível na figura 15e a 15b, que dá dois modelos, uma a FET e outro a transistor bipolar, desse tipo de oscilador.

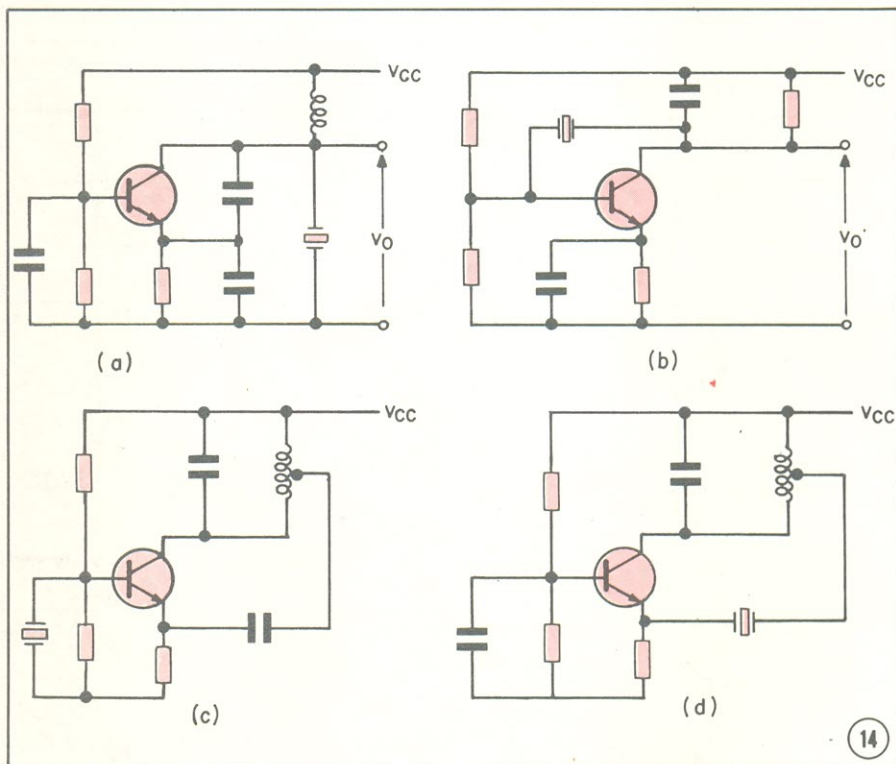
A frequência de ressonância desse tipo de oscilador é a própria frequência de ressonância do circuito tanque:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

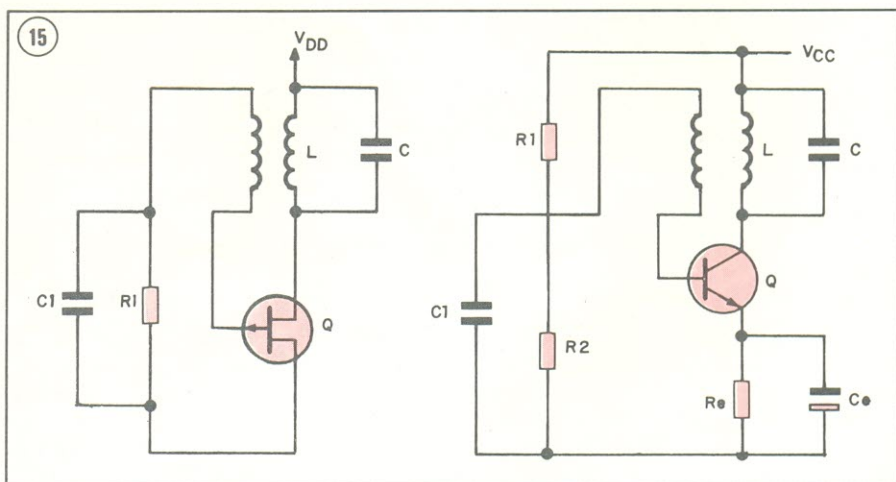
O transformador se encarrega de defasagem de 180° que esses amplificadores necessitam para atuarem co-

O oscilador por deslocamento de fase (phase shift em inglês) se baseia na propriedade de defasamento de uma célula RC. No quadro anexo você terá uma idéia de como isso é possível.

mo osciladores. Os capacitores Cg e C2 fazem com que ambos os amplificadores operem em classe C, aumentando, assim, o rendimento em 30% acima dos modelos em classe A.



As várias possibilidades de adaptar um cristal a um oscilador transistorizado.



(a) oscilador com transformador a FET. (b) oscilador com transformador a transistor.

a tabela do

MES

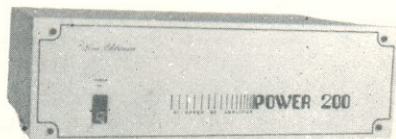
Atenuadores fixos

A perda introduzida por um atenuador fixo, num circuito, é a razão entre a potência de entrada e a de saída, em dB, considerando-se uma mesma impedância para a fonte de sinal e para a carga. A tabela fornecida em anexo serve para esses casos, quando ambas as impedâncias são de 600 ohms, e para três tipos diferentes de redes atenuadoras: "T", "H" e "PI".

Um exemplo: Deseja-se introduzir uma atenuação de 22 dB em determinado ponto de um circuito. Quantos resistores serão necessários e que valor deverão ter?

Para resolver o problema, podemos empregar uma rede "T"; após localizar o valor de 22 dB na coluna da esquerda, vemos que esse atenuador deve consistir de dois resistores de 511,7 ohms (R1) e mais um de 95,9 (R2). Mas tanto a rede "H" como a "PI" também resolvem a questão, com outros valores. Para conseguir os valores "quebrados" da tabela, o ideal é montar combinações em série e/ou paralelo, ou então, em casos especiais, fazer as redes com trimpots, ajustados através de um ohmímetro de precisão.

POWER 200

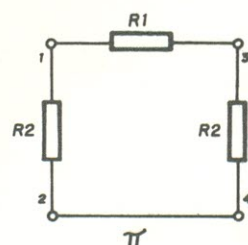
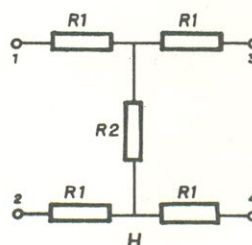
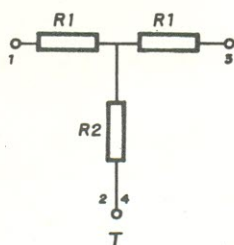


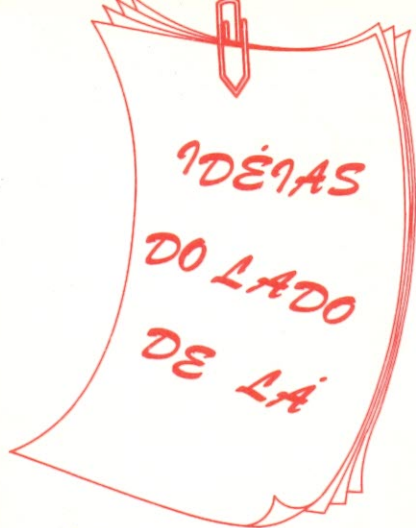
Tem gente que gosta de "transar" um som no último volume. Não é uma boa: os extremos da faixa de ganho de um amplificador, são os piores pontos em que se pode deixar o potenciômetro de volume. Essas regiões são justamente as de pior reprodução e maior distorção.

O bom mesmo é ter um amplificador que proporcione um bom volume e reprodução, trabalhando folgadamente em sua faixa intermediária. Ai é que entra o POWER 200. Coligado a um pré adequado ele pode oferecer até 112 W IHF por canal, em carga de 4 ohms.

KITs NOVA ELETRÔNICA
para amadores e profissionais
À VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES

| | REDE T | | REDE H | | REDE PI | |
|----------------|--------|-------|--------|-------|---------|--------|
| atenuação (dB) | R1 | R2 | R1 | R2 | R1 | R2 |
| 0,1 | 3,58 | 50204 | 1,79 | 50204 | 7,20 | 100500 |
| 0,2 | 6,82 | 26280 | 3,41 | 26280 | 13,70 | 57380 |
| 0,3 | 10,32 | 17460 | 5,16 | 17460 | 20,55 | 34900 |
| 0,4 | 13,79 | 13068 | 6,90 | 13068 | 27,50 | 26100 |
| 0,5 | 17,20 | 10464 | 8,60 | 10464 | 34,40 | 20920 |
| 0,6 | 20,9 | 8640 | 10,45 | 8640 | 41,7 | 17230 |
| 0,7 | 24,2 | 7428 | 12,1 | 7428 | 48,5 | 14880 |
| 0,8 | 27,5 | 6540 | 13,75 | 6540 | 55,05 | 13100 |
| 0,9 | 31,02 | 5787 | 15,51 | 5787 | 62,3 | 11600 |
| 1,0 | 34,5 | 5208 | 17,25 | 5208 | 68,6 | 10440 |
| 2,0 | 68,8 | 2582 | 34,4 | 2582 | 139,4 | 5232 |
| 3,0 | 102,7 | 1703 | 51,3 | 1703 | 212,5 | 3505 |
| 4,0 | 135,8 | 1249 | 67,9 | 1249 | 287,5 | 2651 |
| 5,0 | 168,1 | 987,6 | 84,1 | 987,6 | 364,5 | 2141 |
| 6,0 | 199,3 | 803,4 | 99,7 | 803,4 | 447,5 | 1807 |
| 7,0 | 229,7 | 685,2 | 114,8 | 685,2 | 537,0 | 1569 |
| 8,0 | 258,4 | 567,6 | 129,2 | 567,6 | 634,2 | 1393 |
| 9,0 | 285,8 | 487,2 | 142,9 | 487,2 | 738,9 | 1260 |
| 10,0 | 312,0 | 421,6 | 156,0 | 421,6 | 854,1 | 1154 |
| 11,0 | 336,1 | 367,4 | 168,1 | 367,4 | 979,8 | 1071 |
| 12,0 | 359,1 | 321,7 | 179,5 | 321,7 | 1119 | 1002 |
| 13,0 | 380,5 | 282,8 | 190,3 | 282,8 | 1273 | 946,1 |
| 14,0 | 400,4 | 249,4 | 200,2 | 249,4 | 1443 | 899,1 |
| 15,0 | 418,8 | 220,4 | 209,4 | 220,4 | 1632 | 859,6 |
| 16,0 | 435,8 | 195,1 | 217,9 | 195,1 | 1847 | 826,0 |
| 17,0 | 451,5 | 172,9 | 225,7 | 172,9 | 2083 | 797,3 |
| 18,0 | 465,8 | 152,5 | 232,9 | 152,5 | 2344 | 772,8 |
| 19,0 | 479,0 | 136,4 | 239,5 | 136,4 | 2670 | 751,7 |
| 20,0 | 490,4 | 121,2 | 245,2 | 121,2 | 2870 | 733,3 |
| 22,0 | 511,7 | 95,9 | 255,9 | 95,9 | 3753 | 703,6 |
| 24,0 | 528,8 | 76,0 | 264,4 | 76,0 | 4737 | 680,8 |
| 26,0 | 542,7 | 60,3 | 271,4 | 60,3 | 5985 | 663,4 |
| 28,0 | 554,1 | 47,8 | 277,0 | 47,8 | 7550 | 649,7 |
| 30,0 | 563,0 | 37,99 | 281,6 | 37,99 | 9500 | 639,2 |
| 32,0 | 570,6 | 30,16 | 285,3 | 30,16 | 11930 | 630,9 |
| 34,0 | 576,5 | 23,95 | 288,3 | 23,95 | 15000 | 624,4 |
| 36,0 | 581,1 | 18,98 | 290,6 | 18,98 | 18960 | 619,3 |
| 38,0 | 581,1 | 15,11 | 292,5 | 15,11 | 23820 | 615,3 |
| 40,0 | 588,1 | 12,00 | 294,1 | 12,00 | 30000 | 612,1 |



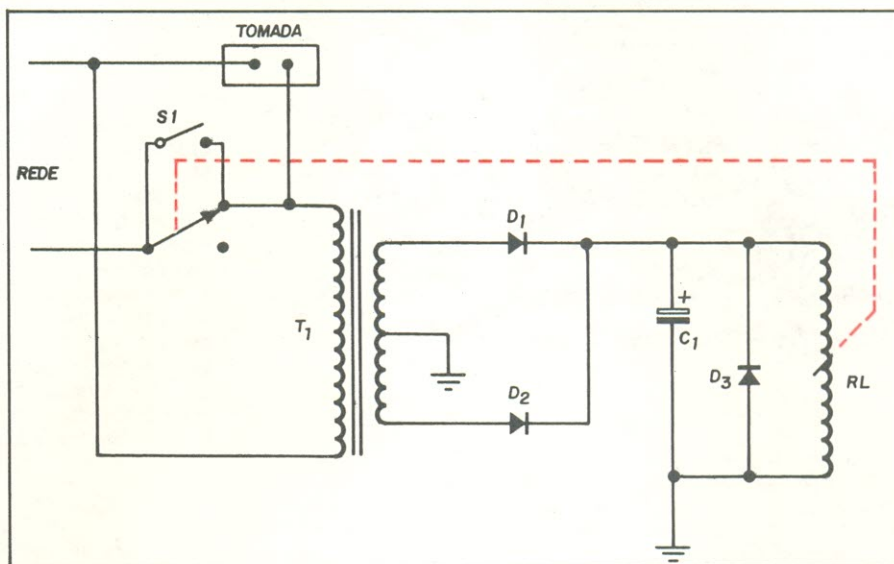


Os cariocas Luiz F. Barreto e Luiz A. T. Bruschi colaboraram com a "Idéia" deste mês

"Há uns dias atrás estávamos vendo televisão, quando a luz acabou e tornou a voltar rapidamente, antes que pudéssemos desligar o aparelho. Esse fato tornou depois a acontecer, pondo em risco o aparelho.

Nos locais em que isso é freqüente, seria útil o circuito que bolamos, que na falta de luz temporária desliga eletronicamente o aparelho, sendo necessário apenas rearmar o circuito através de um botão de pressão normalmente aberto.

Bolamos este circuito e o passamos aos nossos colegas leitores, porque em nossa casa o televisor realmente queimou pelo motivo já exposto e até hoje não funciona satisfatoriamente.



Lista de material

T1 — transformador 110/220V — 6 + 6 V 250 mA
 D1, D2 — diodos 1N4001 ou equivalente
 D3 — diodo 1N914 ou 1N4148
 R1 — relê para 6 V (bobina) e 250 V (carga) — tipo RU 110006
 S1 — botão de pressão normalmente aberto

C1 — capacitor eletrolítico 470 μ F/15 V

Nota da redação: O interruptor S1 deve ter a mesma capacidade de corrente dos contatos do relê, já que durante um certo tempo, ao se ligar o aparelho, esse interruptor recebe toda a corrente da TV.

TODOS JÁ SABEM DA NOVIDADE!

Na Ecoson você pode comprar componentes eletrônicos, instrumentos e equipamentos de várias linhas para sua bancada.

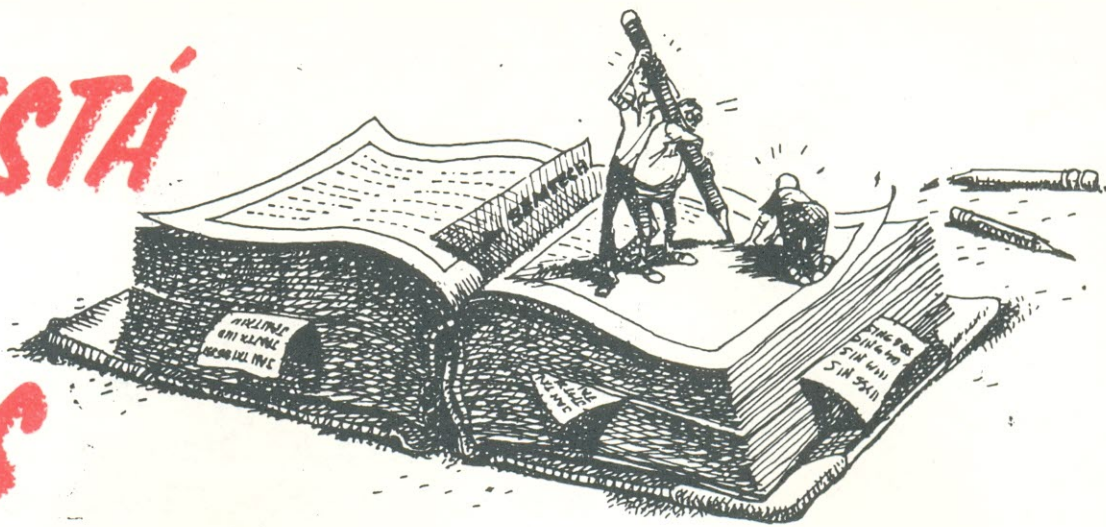
ELETRONICA ECOSON

ELETRÔNICA ECOSON COMÉRCIO
 E REPRESENTAÇÃO LTDA.
 Rua Dr. J.J. Seabra, 26 — Fone: 221-4321
 Feira de Santana — BA



NOVO
DISTRIBUIDOR
DOS
KITS
NOVA
ELETRONICA

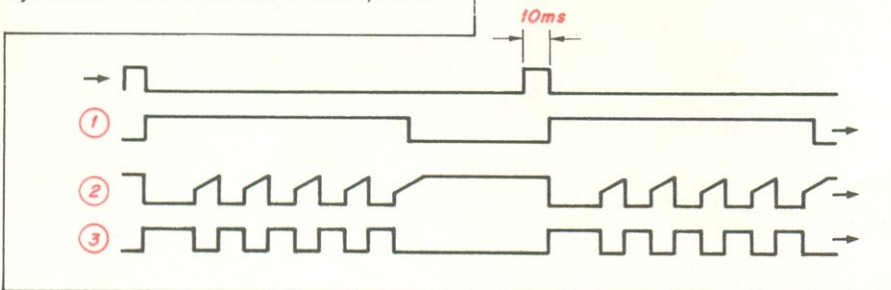
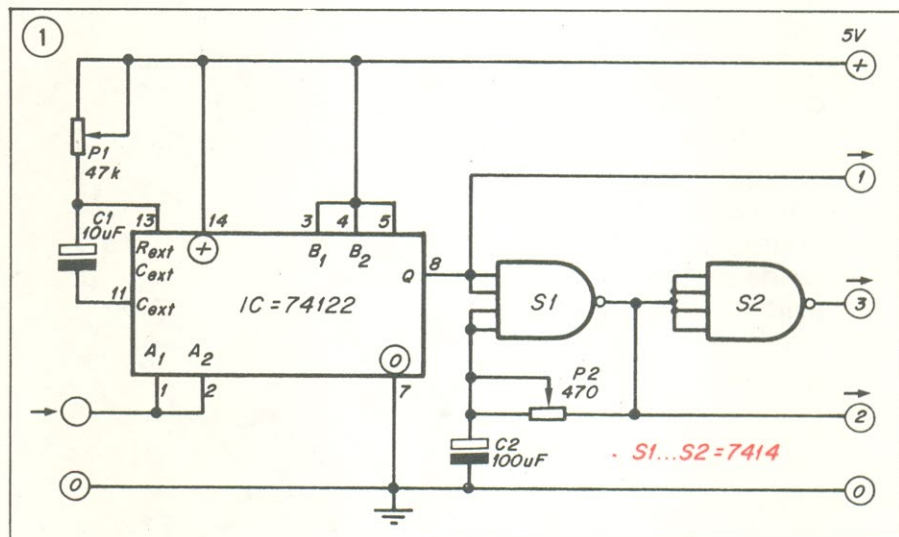
NÃO ESTÁ NOS LIVROS



1 Multiplicador de pulsos

O circuito que apresentamos usa um oscilador e um multivibrador monoestável. O monoestável é disparado pela descida do pulso a ser multiplicado (veja o trem de pulsos 1 do diagrama). Isto colocará o *schmitt trigger* S1 em oscilação (trem de pulsos 2) por um período que pode ser ajustado por P1. P2 controla a frequência do oscilador. Deste modo, um único pulso de entrada gera um número bem definido de pulsos de saída. Um outro *schmitt trigger* S2 é usado como estágio *buffer* e produz o trem de pulsos 3 do diagrama.

P1 deve ser ajustado para um valor que permita o maior número de pulsos de entrada ser passado corretamente. Se o período do monoestável for muito longo, o 74122 atuará como um indesejável divisor de frequências. Após ter ajustado P1 ao seu valor correto, P2 é



componentes e em poucos minutos, vocês matará esta charada.

Coloque o seu estêreo em MONO, ponha algo para tocar e você estará pronto para começar. Agora ajuste o controle de balanço de um extremo a outro. Você verá primeiro um LED acender, e depois o outro. Quando estiver se aproximando do ponto de transição, vá devagar. Em algum ponto, ambos os LEDs estarão apagados. Esta é a posição central do balanço.

Este circuito também poderá ser adaptado para encontrar o batimento zero em equipamentos de radioamadores. Retire D1 e D2 e conecte R1 e R2 aos terminais do alto-falante do receptor. No batimento zero, ambos os LEDs estarão apagados.

Material necessário para o "Verificador de zero"

D1, D2 — diodos, 1N914 ou equivalente

LED1, LED2 — diodos emissores de luz, quaisquer LEDs (p/ ex. FLV110)

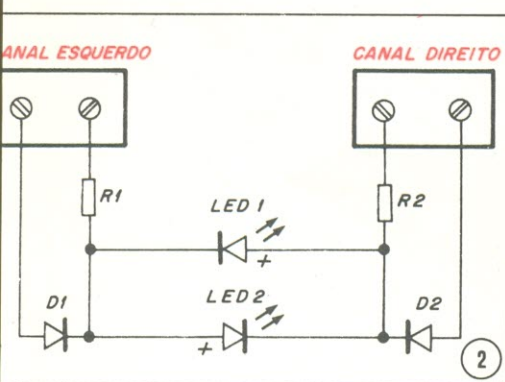
R1, R2 — resistores de 1000 ohms, 1/2 watt

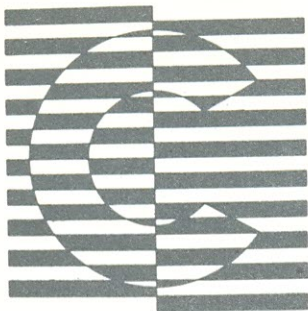
utilizado para determinar o coeficiente de multiplicação desejado.

O multiplicador de pulsos encontra uma variedade de diferentes aplicações. Ele poderá, por exemplo, permitir que uma frequência baixa como a das batidas cardíacas, seja contada com razoável precisão.

2 Verificador de zero para o balanço estéreo

Quantas vezes não nos frustramos tentando adivinhar onde está realmente o centro do controle de balanço do nosso estêreo? Com apenas alguns





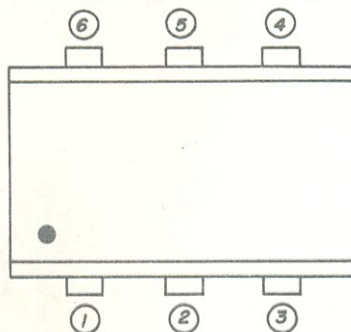
COMPONENTES

Optoacopladores

TIL 111

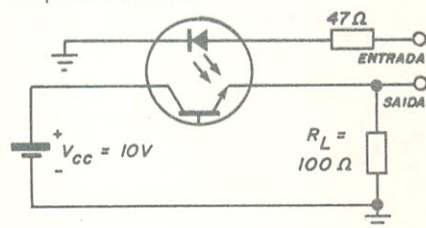
Fonte infravermelha (diodo de arsênio de gálio) opticamente acoplada a um fototransistor NPN de silício. Com alta relação de transferência de corrente contínua e terminal de base provido para polarização convencional do transistor. Elevada tensão de isolamento elétrica (1,5 kV) e alta velocidade de comutação — típica de 2 us. Encapsulamento plástico DIP de seis pinos.

pinagem (visto por cima)

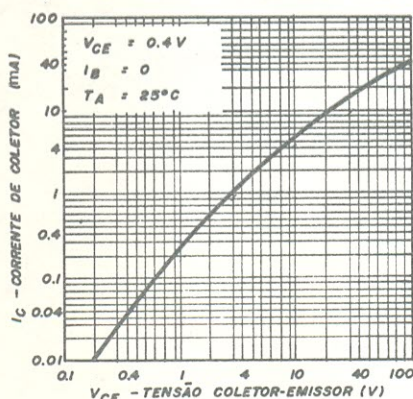


- 1. anodo
 - 2. catodo
 - 3. não conectado
 - 4. emissor
 - 5. coletor
 - 6. base
- } diodo infra-vermelho
- } fototransistor

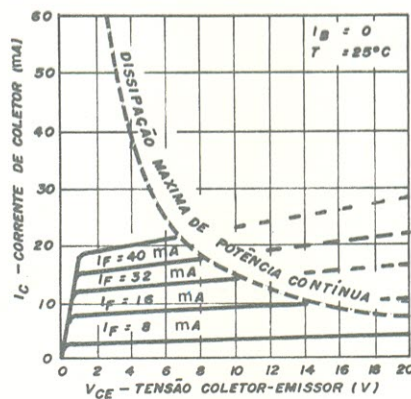
Esquema interno



CORRENTE DE COLETOR X COR.DIRETA DO DIODO



CORRENTE DE COLETOR X TENSÃO COLETOR EMISSOR



CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

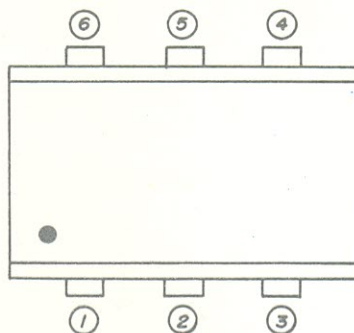
(à temperatura de 25°C)

| PARÂMETROS | Condições de teste | Limites | | | Unidades |
|--|--|-----------|------|-----|--------------|
| | | MIN | TIP | MAX | |
| V(BR)CBO | tensão de ruptura base-coletor $I_C \mu A, I_E = 0, I_F = 0$ | 70 | | | (V) |
| V(BR)CEO | tensão de ruptura coletor-emissor $I_C = 1 \text{ mA}, I_B = 0, I_F = 0$ | 30 | | | (V) |
| V(BR)EBO | tensão de ruptura emissor-base $I_E = 10 \mu A, I_C = 0, I_F = 0$ | 7 | | | (V) |
| $I_C(\text{on})$ | operação do fototransistor $V_{CE} = 0,4 \text{ V}, I_F = 16 \text{ mA}, I_B = 0$ | 2 | 7 | | (mA) |
| | operação do fotodiodo $V_{CB} = 0,4 \text{ V}, I_F = 16 \text{ mA}, I_E = 0$ | 10 | 20 | | (μA) |
| $I_C(\text{off})$ | operação do fototransistor $V_{CE} = 10 \text{ V}, I_F = 0, I_B = 0$ | | 1 | 50 | |
| | operação do fotodiodo $V_{CB} = 10 \text{ V}, I_F = 0, I_E = 0$ | | 0,1 | 20 | (nA) |
| $h_{FE}(\text{beta})$ | $V_{CE} = 5 \text{ V}, I_C = 10 \text{ mA}, I_F = 0$ | 100 | 300 | | |
| V_F tensão direta | $I_F = 16 \text{ mA}$ | | 1,2 | 1,4 | (V) |
| $V_{CE}(\text{sat})$ | $I_C = 2 \text{ mA}, I_F = 16 \text{ mA}, I_B = 0$ | | 0,25 | 0,4 | (V) |
| R_{ES} resistência interna da entrada para saída | $V_{ES} = \pm 1,5 \text{ kV}$ | 10^{11} | | | (Ω) |
| C_{ES} capacitância da entrada para saída | $V_{ES} = 0, f = 1 \text{ MHz}$ | | 1 | 1,3 | (pF) |

TIL112

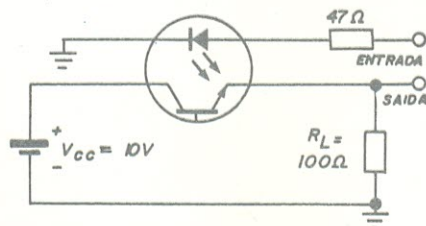
Optoacoplador com um diodo infravermelho de arseneto de gálio e um fototransistor NPN de silício. Alta relação de transferência de corrente contínua e terminal de base para polarização convencional do transistor. Tensão de isolamento elétrica de $\pm 1,5$ kV, alta velocidade de comutação (2 us) e encapsulamento DIP plástico de seis pinos.

pinagem (visto por cima)

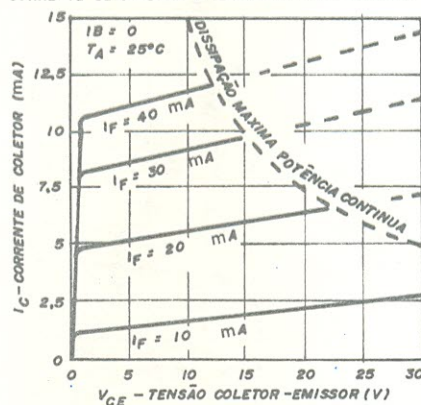


- | | |
|------------------|------------------------|
| 1. anodo | } diodo infra-vermelho |
| 2. catodo | |
| 3. não conectado | } fototransistor |
| 4. emissor | |
| 5. coletor | |
| 6. base | |

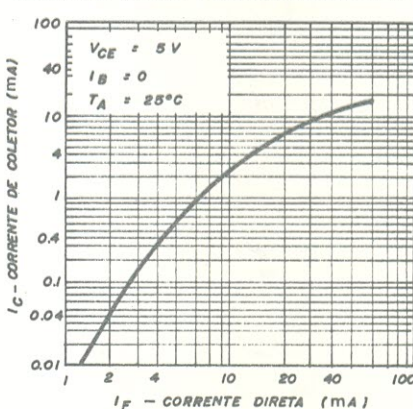
Esquema interno



CORRENTE DE COLETOR X TENSÃO COLETOR EMISSOR



CORRENTE DE COLETOR X CORRENTE DIRETA DO DIODO



CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

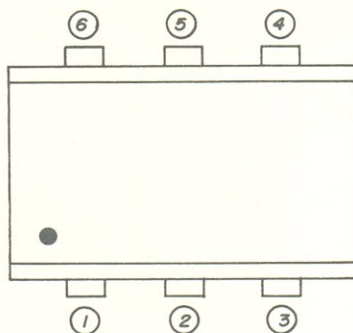
(à temperatura de 25°C)

| PARÂMETROS | Condições de teste | Limites | | | Unidades |
|--|--|-----------|-----|-----|--------------|
| | | MIN | TIP | MAX | |
| $V_{(BR)CBO}$ | tensão de ruptura coletor-base $I_C = 10 \mu A, I_E = 0, I_F = 0$ | 30 | | | (V) |
| $V_{(BR)CEO}$ | tensão de ruptura coletor-emissor $I_C = 1 mA, I_B = 0, I_F = 0$ | 20 | | | (V) |
| $V_{(BR)EBO}$ | tensão de ruptura emissor-base $I_E = 10 \mu A, I_C = 0, I_F = 0$ | 4 | | | (V) |
| $I_{C(on)}$ | operação do fototransistor $V_{CE} = 5 V, I_F = 10 mA, I_B = 0$ | 0,2 | 2 | | (mA) |
| | operação do fotodiodo $V_{CB} = 5 V, I_F = 10 mA, I_E = 0$ | 2 | 10 | | (uA) |
| $I_{C(off)}$ | operação do fototransistor $V_{CE} = 5 V, I_F = 0, I_B = 0$ | | 1 | 100 | |
| | operação do fotodiodo $V_{CB} = 5 V, I_F = 0, I_E = 0$ | | 0,1 | 50 | (nA) |
| h_{FE} (beta) | $V_{CE} = 5 V, I_C = 10 mA, I_F = 0$ | 50 | 200 | | |
| V_F tensão direta do diodo | $I_F = 10 mA$ | | 1,2 | 1,5 | (V) |
| $V_{CE(sat)}$ tensão de saturação coletor-emissor | $I_C = 2 mA, I_F = 50 mA, I_B = 0$ | | | 0,5 | (V) |
| R_{ES} resistência interna da entrada para saída | $V_{ES} = \pm 1,5 kV$ | 10^{11} | | | (Ω) |
| C_{ES} capacitância da entrada para saída | $V_{ES} = 0, f = 1 MHz$ | | 1 | 2 | (pF) |

TIL113

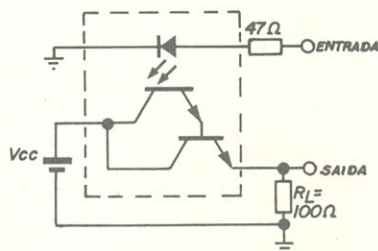
Optoacoplador com fonte infravermelha (diodo de arseneto de gálio) opticamente acoplada a transistores de silício NPN em conexão Darlington. Elevada relação de transferência de corrente contínua — no mínimo 300% a 10 mA. Alta tensão de isolamento elétrica, 1500 volts. Encapsulamento plástico DIP de seis pinos. Suas aplicações típicas incluem isolamento remoto de terminais, disparadores de SCR e triac, relés mecânicos e transformadores de pulso.

pinagem (visto por cima)

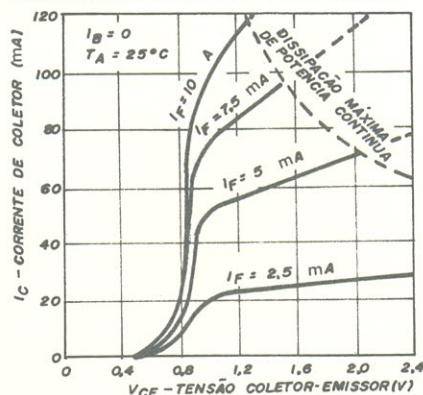


- | | | |
|------------------|---|----------------------|
| 1. anodo | } | diodo infra-vermelho |
| 2. catodo | | |
| 3. não conectado | | |
| 4. emissor | } | fototransistor |
| 5. coletor | | |
| 6. base | | |

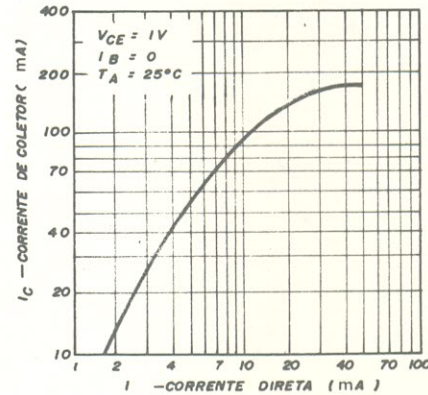
Esquema interno



CORRENTE DE COLETOR X TENSÃO COLETOR-EMISSOR



CORRENTE DE COLETOR X CORRENTE DIRETA DO DIODO



CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

(à temperatura de 25°C)

| PARÂMETROS | Condições de teste | Limites | | | Unidades |
|------------------------------|---|-----------|-------|-----|--------------|
| | | MIN | TIP | MAX | |
| $V_{(BR)CBO}$ | tensão de ruptura coletor-base $I_C = 10 \mu A, I_E = 0$ $I_F = 0$ | 30 | | | (V) |
| $V_{(BR)CEO}$ | tensão de ruptura coletor-emissor $I_C = 1 mA, I_B = 0$ $I_F = 0$ | 30 | | | (V) |
| $V_{(BR)ECO}$ | tensão de ruptura emissor-base $I_E = 10 \mu A, I_C = 0$ $I_F = 0$ | 7 | | | (V) |
| $I_{C(on)}$ | $V_{CE} = 1 V, I_B = 0$ $I_F = 10 mA$ | 30 | 100 | | (mA) |
| $I_{C(off)}$ | $V_{CE} = 10 V, I_B = 0$ $I_F = 0$ | | | 100 | (nA) |
| h_{FE} (beta) | $V_{CE} = 1 V, I_F = 0$ $I_C = 10 mA$ | | 15000 | | |
| V_F tensão direta do diodo | $I_F = 10 mA$ | | | 1,5 | (V) |
| $V_{CE(sat)}$ | tensão de saturação coletor-emissor $I_C = 125 mA, I_B = 0$ $I_F = 50 mA$ | | | 1 | (V) |
| R_{ES} | resistência interna de entrada p/ saída $V_{ES} = \pm 1,5 kV$ | 10^{11} | | | (Ω) |
| C_{ES} | capacitância de entrada para saída $V_{ES} = 0, f = 1 MHz$ | | 1 | 1,3 | (pF) |

Antologia

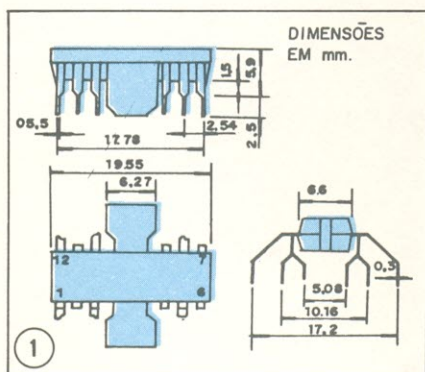
**DOS
TBA 800
810 E 820**

Organização e pesquisa de J.R.S. Caetano

Os três dispositivos que abordaremos neste artigo compõem uma série de amplificadores de áudio integrados que proporcionam potências de saída entre 2 e 7 watts. Trabalham numa larga faixa de alimentação, com reduzida distorção harmônica, proteção térmica e contra curtos, além de outras características desejáveis. São adequados sobretudo à construção de equipamentos compactos, portáteis, inclusive para automóveis. Não precisamos ir longe para citar alguns exemplos de sua competência e boa conduta. Aqui mesmo, na NOVA ELETRÔNICA, eles já provaram do que são capazes em diversos kits elaborados por nossa equipe: no Amplificador de Potência da revista 2, no amplificador **Bridge** da n.º 4, no "Amplimax" da revista 16, e no "uSPY" da edição 32. Arrolar suas características de operação, curvas típicas, pinagem e algumas dicas de cunho prático, com base em dados fornecidos pelos fabricantes, é o nosso objetivo nesta matéria.

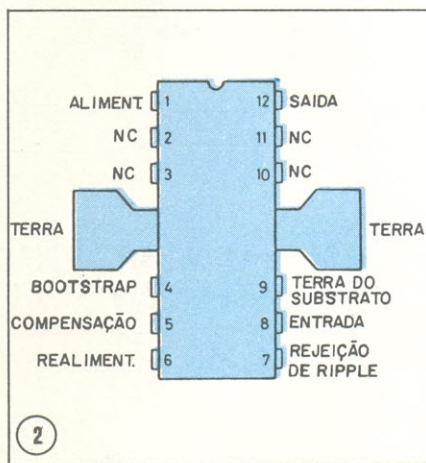
○ TBA 800

O nosso primeiro focalizado é um amplificador de potência integrado monolítico, que se abriga numa embalagem plástica de 12 pinos intercalados e duas aletas de refrigeração. Se você não conhece o dispositivo, pode ter uma idéia exata de seu aspecto físico pela figura 1. As aletas de refrigeração permitem que ele alcance uma potência de saída de 2,5 watts sem o acréscimo de dissipador externo, e até 5 W utilizando uma pequena área do cobre da placa impressa como dissipador.



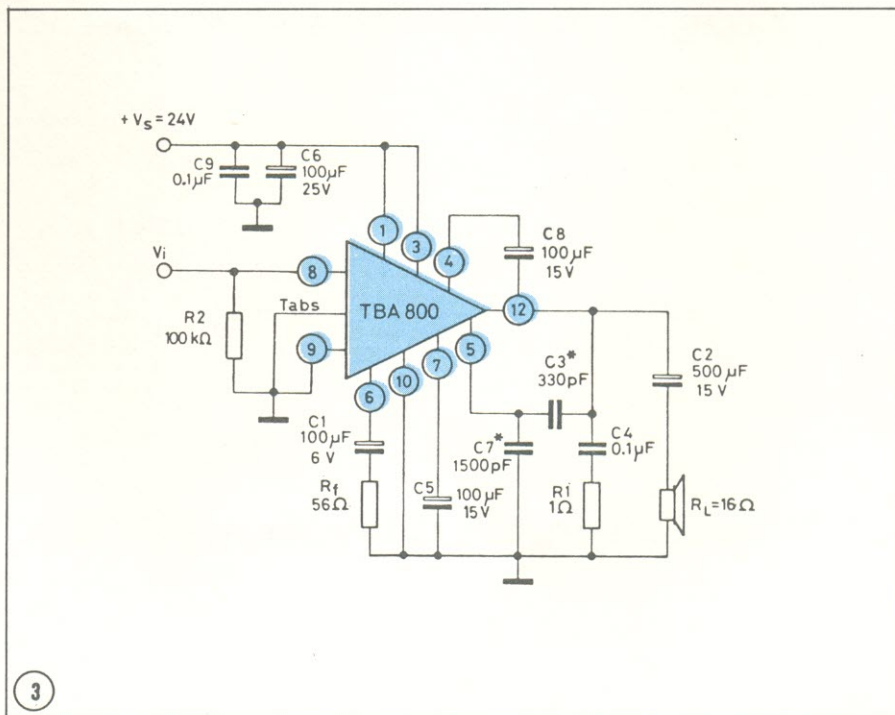
O TBA 800 visa o uso principalmente como amplificador classe B de baixa frequência. Proporciona uma saída de 5 W de potência a 24 V de alimentação sobre uma carga de 16Ω , mas funciona numa faixa de alimentação que vai de 5 a 30 V. Fornece uma corrente elevada de saída (até 1,5 A), alta eficiência (75% a 5 W), baixíssima distorção harmônica, sem distorção de *cross-over*.

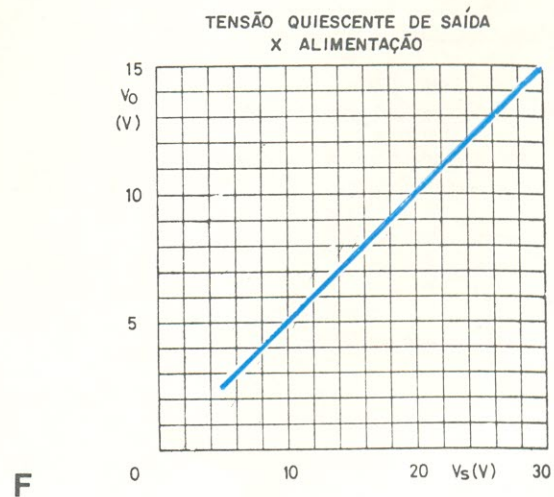
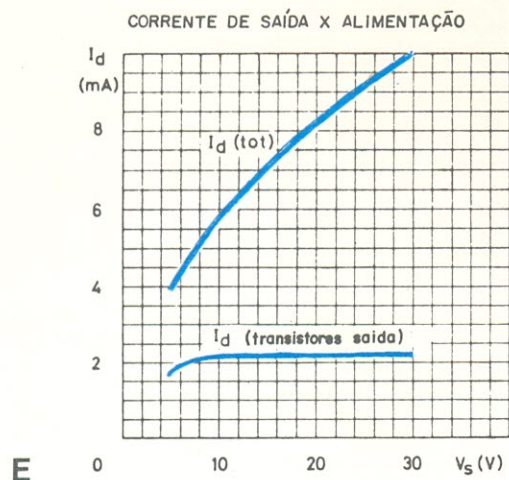
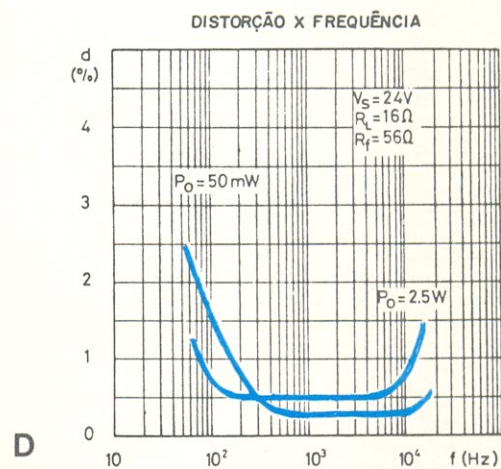
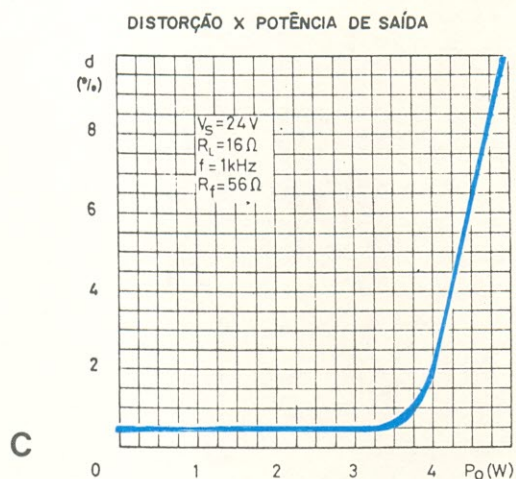
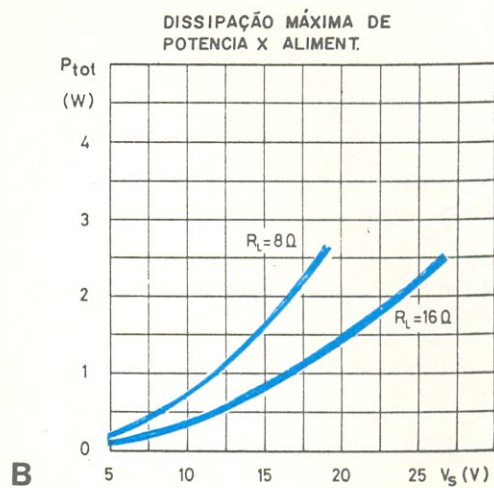
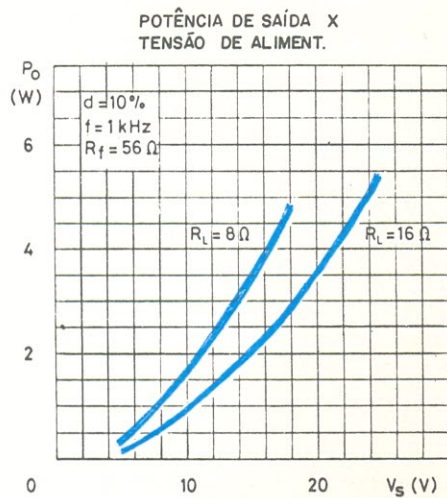
Vejamos mais alguns dados importantes sobre a operação do TBA 800, cujo diagrama de conexões e pinagem está na figura 2. Sua impedância de entrada (pino 8) é de 5 M ohms e sua sensibilidade é de 80 mV à frequência de 1



kHz. A resposta em frequência vai de 40 a 20000 Hz, com $f = 1$ kHz, o ganho de tensão em malha aberta, com esta mesma frequência, é de 80 dB e o de malha fechada típico é de 42 dB. A distorção fica em torno de 0,5% e a rejeição de *ripple* da fonte ($f_r = 100$ Hz) em 38 dB. Todos estes dados referem-se ao circuito de teste da figura 3. Temos ainda com esse mesmo circuito uma tensão quiescente de saída no pino 12 de 13 V no máximo e a corrente quiescente drenada no pino 1 é no máximo de 20 mA.

Essas informações ficarão melhor ilustradas se você observar também as curvas que fornecemos na figura 4, com a relação entre alguns parâmetros dos mais importantes para o funcionamento do amplificador.





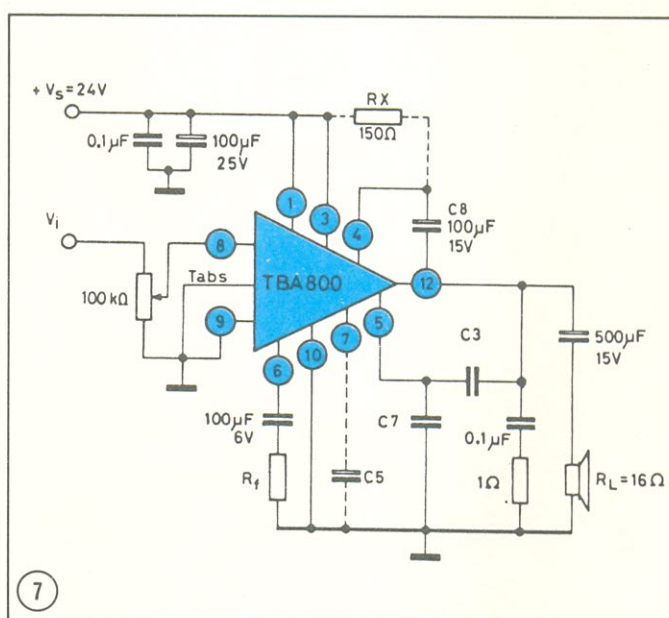
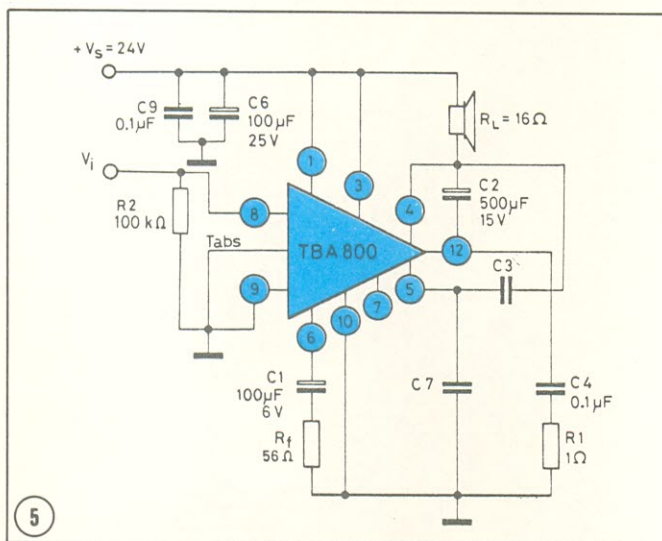
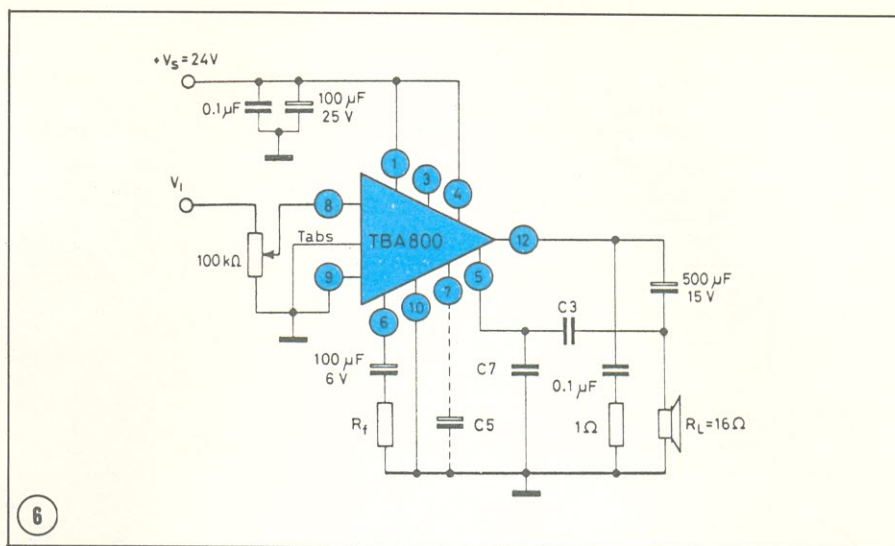
Informações de aplicação

O manual do fabricante nos indica três formas de conexão da carga possíveis para o TBA 800.

Primeiro, o circuito com conexão da carga à fonte de tensão. Esse tipo de arranjo está exemplificado na figura 5. Comparando a outras configurações, este circuito requer um menor número de componentes externos e pode ser usado com baixas tensões de alimentação.

O segundo circuito, da figura 6, é com a carga ligada à terra sem *boot-strap*. Este arranjo visa ao uso apenas com altas tensões. O pino 3 é deixado em aberto, o que permite que uma onda simétrica seja obtida na saída.

Por último, na figura 7, o circuito com a carga ligada à terra e *boot-strap*. O capacitador de *boot-strap* C8 permi-



te que se consigam aquelas mesmas características elétricas do circuito de teste. Para operação com baixas tensões de alimentação, isto é de 9 a 14 V, devemos ligar R_X ($150\ \Omega$) entre os pinos 1 e 4.

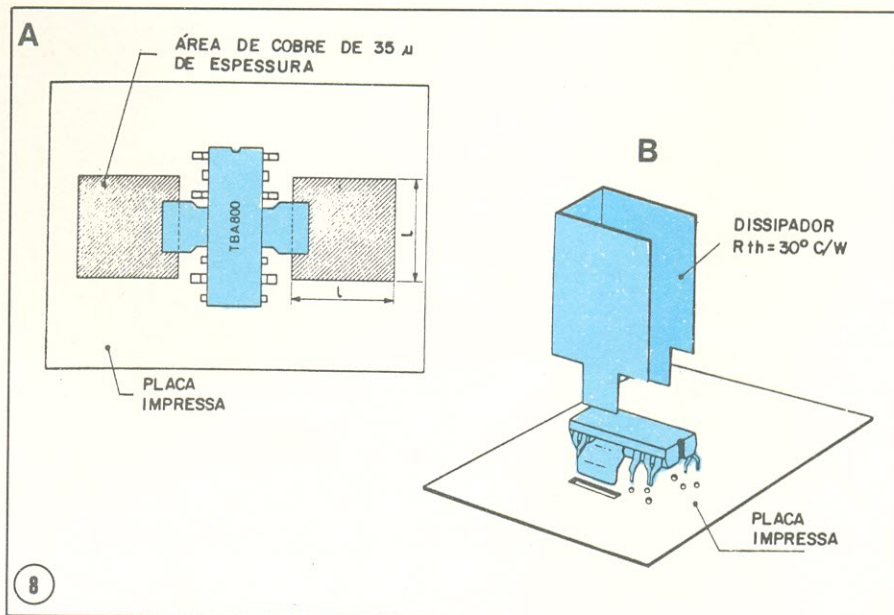
Outra dica, relativa aos circuitos das figuras 6 e 7, é a conexão de um capacitor (C5) de 10 a $100\ \mu\text{F}/15\text{ V}$ entre o pino 7 e a terra, através do qual se obterá uma excelente rejeição do *ripple* da fonte.

Instruções de montagem para o TBA 800

As aletas de refrigeração do TBA 800 são utilizadas para extrair o calor gerado no circuito integrado, de modo que a temperatura da junção não exceda o máximo permissível, que é de 150°C .

Como fazer isso? Conectando as aletas a um dissipador externo, ou soldando-as a uma área de cobre adequada da placa impressa no qual está montado o integrado, como na figura 8A.

A figura 8B mostra um dissipador

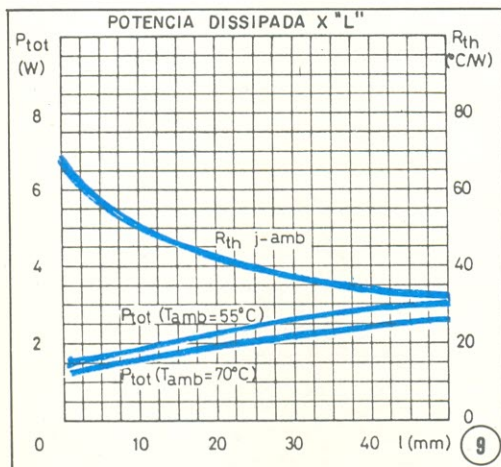


de tipo bem simples. Supondo uma área de cobre na placa impressa de apenas 2 cm², a resistência térmica total R_t entre a junção e o ambiente será de aproximadamente 28°C/W.

Uma observação importante é que o dissipador externo ou área de cobre dever ser conectado ao terra elétrico.

Pela figura 9 vemos a relação entre a potência máxima dissipada (para $t_{amb} = 55^\circ\text{C}$ e 70°C) e o lado (l) da área de cobre quadrada tendo esta uma espessura de 35 microns.

Durante a soldagem das aletas, a temperatura não deverá exceder os 260°C e o tempo de soldagem não deverá ultrapassar 12 segundos.



Cálculo da área de cobre necessária

Para calcular a área de cobre devemos determinar antes a potência máxima a ser dissipada. Para tanto você deverá valer-se da seguinte fórmula:

$$P_{max} = 0,4 \times \frac{(V_{CC} \max)^2}{8R_L} + V_{CC} \max \times I_D$$

onde:

$V_{CC} \max$ = tensão de alimentação máxima (acrescida de 10% se não estabilizada)

R_L = resistência de carga

I_D = corrente quiescente drenada; o valor máximo para $V_{CC} = 24 \text{ V}$ é de 20 mA (outros valores típicos estão na curva E da figura 4).

Agora, conhecendo a temperatura ambiente t_{amb} , utilize a figura 9 para calcular "l" (o lado do quadrado da área cobreada, conforme fig. 8A).

Para áreas de geometria diferente daquela da figura 8A, observe que elas tenham a melhor eficiência com relação à dissipação de potência. Portanto, maiores cuidados devem ser tomados para projetos diferentes do fornecido.

Alguns exemplos do cálculo da área de dissipação:

a) V_S (não estabilizada) = 24 V;
 $R_L = 16 \Omega$; $t_{amb} \max = 55^\circ\text{C}$.

$$P_{max} = 0,4 \times \frac{(24 + 2,4)^2}{8 \times 16} + (24 + 2,4) \times 20 \times 10^{-3} = 2,6 \text{ W}$$

Pela figura 9, para $t_{amb} \max$ de 55°C , $l \approx 25 \text{ mm}$.

b) V_S (estabilizada) = 12 V; $R_L = 8 \Omega$

$$P_{max} = 0,4 \times \frac{12^2}{8 \times 8} + 0,02 \times 12 = 1 \text{ W}$$

Pela figura 9 vemos que não há necessidade de dissipador se $t_{amb} = 55^\circ\text{C}$.

Os TBA 810

Os dispositivos TBA 810, subdividem-se em três grupos quanto a suas características elétricas específicas e as aplicações a que se destinam. Partem todos, entretanto, de um núcleo comum que os define como amplificadores de potência para áudio, com capacidade de 7 watts na saída, proteção térmica, alta rejeição de ripple da fonte, alta eficiência, baixa distorção harmônica e podem trabalhar numa ampla faixa de tensões de alimentação.

A pinagem é outro ponto em comum em toda a série 810, seguindo o diagrama da figura 10.

Os três subgrupos são os codificados com os sufixos P/AP, S/AS e CB/ACB. Quanto ao aspecto físico os modelos de sufixo P, S e CB são encapsulados da maneira mostrada na figura 11A, enquanto os modelos AP, AS e ACB são embalados em cápsulas do tipo da figura 11B. A diferença notável entre esses dois tipos de encapsulamento usados para os TBA 810, está ►

KITS ELETRÔNICOS ?

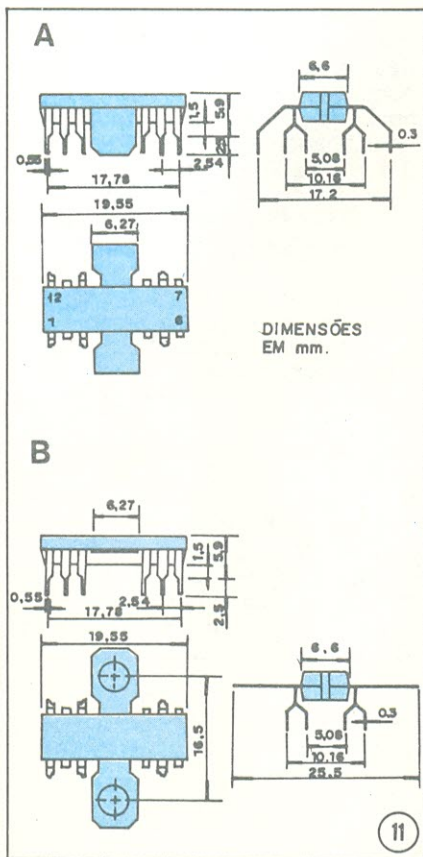
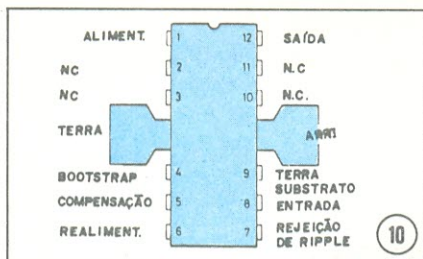
SÓ KIT A CASA DO
SÓ KIT KIT ELETRÔNICO

-Assistência Técnica
-Reposição e Venda de Peças e Componentes

R. Vitória, 206 - Fone: 221-4747 - CEP 01210 - S. Paulo

(Estacionamento Grátis para Clientes: R. Vitória, 317)

Revendedor Superkit, Malitron e Nova Eletrônica.

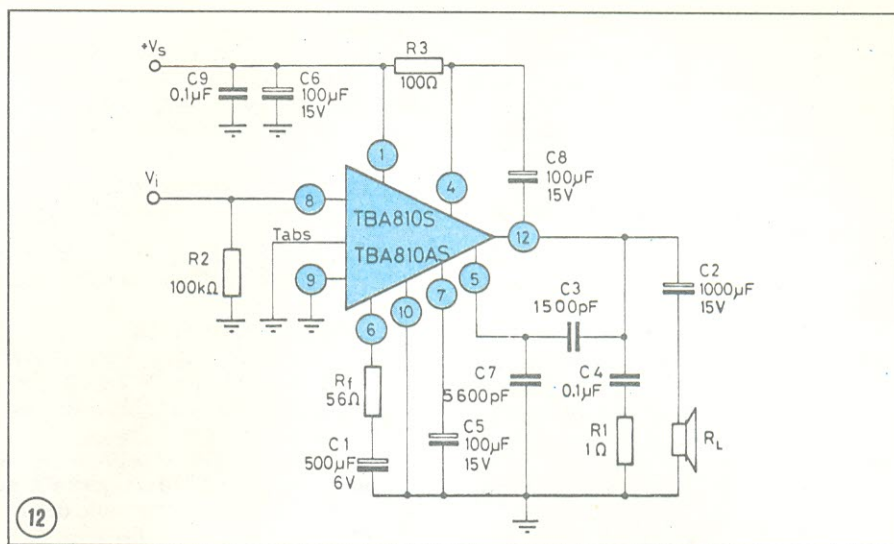


nas aletas de refrigeração: na figura 11B as aletas são achatadas e perfuradas para facilitar o acoplamento de um dissipador externo.

O circuito usado para teste dos dispositivos TBA 810 também é o mesmo, com uma única e pequena modificação no caso do S e AS — o valor do capacitor C1 para estes deve ser de 500 μ F/6 V. De resto, o mesmo esquema pode ser usado para teste dos dispositivos (vide figura 12).

TBA 810P e 810AP

Os componentes de sufixo P e AP apresentam proteção contra curto circuito, baixo ruído, proteção contra inversão na polaridade e contra abertura accidental da ligação de terra. A rejeição de *ripple* da fonte é de 48 dB, com carga de 4 Ω , $V_F = 1$ VRMS e $f_r = 100$ Hz. A saída de 7 W é conseguida com 16 V/4 Ω ou 14,4 V/2 Ω . A alimentação pode variar de 4 a 20 V, sendo que a cor-



rente de pico na saída será de no máximo 3 A (repetitiva) ou 4 A (não repetitiva). A corrente quiescente drenada (I_d) será de no máximo 20 mA e a tensão de saída quiescente no pino 12 variará de 6,4 a 8 V (com $V_S = 14,4$ V). A resistência de entrada é de 5 M ohms e a resposta em frequência vai de 40 a 10000 Hz com carga de 4 ou 2 ohms, podendo ser ampliada para 20000 Hz se mudarmos o capacitor C3 (figura 12) para 820 pF. O ganho de tensão é de 80 dB em malha aberta e 40 dB em malha fechada, para $f = 1$ kHz, com uma carga de 4 Ω . Para esses mesmos dados, com potência de saída entre 50 W, a distorção se manterá em 0,3%. A tensão de saturação da entrada é 220 mVRMS.

Esses dados e completam com as curvas características de figura 13.

Outro fator importante é a presença de um circuito de limitação térmica. Esse oferece duas vantagens:

- 1 — Uma sobrecarga na saída (mesmo se permanente), ou aproximação da temperatura ambiente do limite, poderá ser facilmente suportada.
- 2 — O dissipador poderá ter um fator de segurança menor comparado ao de um circuito convencional. Não há dano para o dispositivo na eventualidade de uma temperatura excessiva da junção. Tudo o que acontecerá é que a potência máxima de saída será reduzida.

A dissipação de potência térmica pode ser auxiliada conectando-se as aletas a um dissipador externo (no caso do 810 AP), ou soldando-se a uma área de cobre do circuito impresso (810 P). Para isso, a temperatura de soldagem não deverá passar de 260°C e nem demorar mais do que 12 segundos. A curva característica a ser usada para cálculo da área cobreada em função da dissipação máxima, no caso do TBA 810P, pode ser a da figura 9.

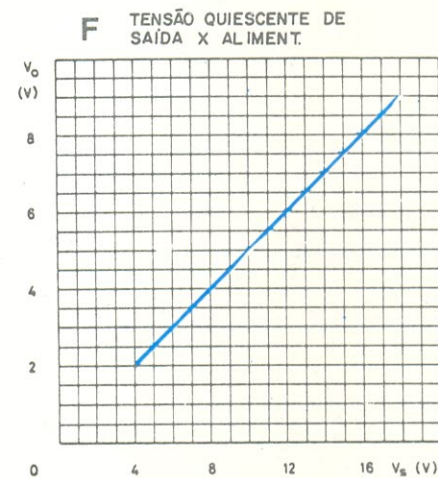
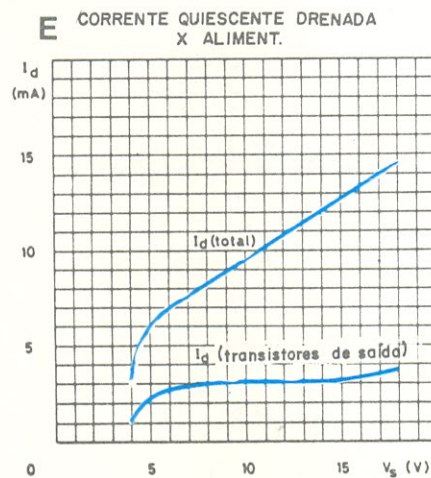
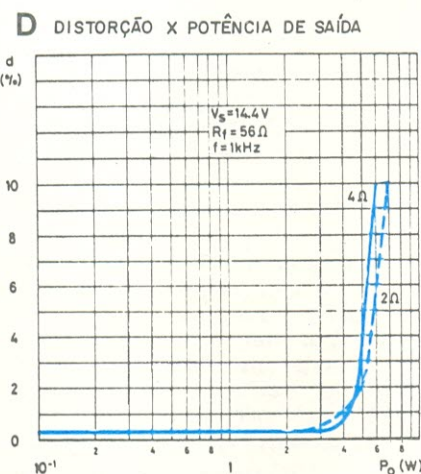
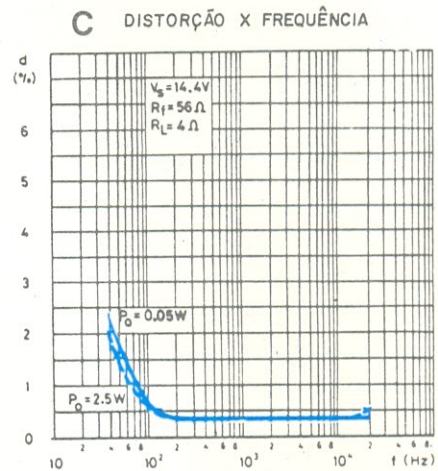
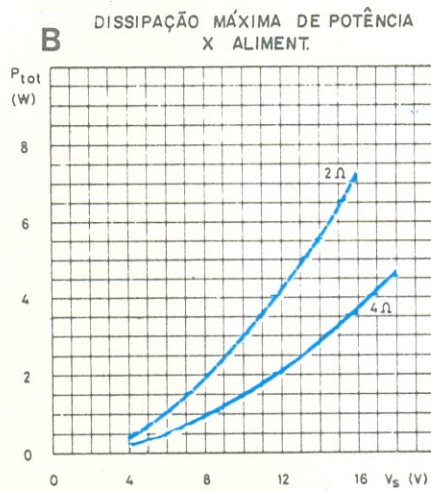
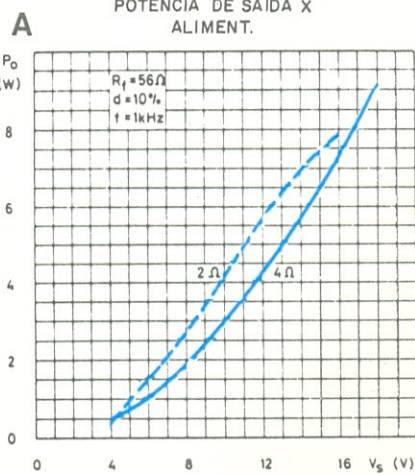
TBA 810S e 810AS

Estes dispositivos destinam-se ao uso como amplificadores classe B para baixas frequências. Proporcionam saída de 7 W a 16 V/4 Ω , 6 W a 14,4 V/4 Ω , 2,5 W a 9 V/4 Ω e 1 W a 6 V/4 Ω e operam também na faixa de 4 a 20 V de alimentação. Isto lhes dá uma alta corrente de saída (até 2,5 e 3,5 A de pico não repetitivo), alta eficiência (75% a 6 W de saída), baixíssima distorção harmônica e de *cross-over*. Inclui ainda um circuito de limitação térmica que muda os critérios fundamentalmente usados na determinação do tamanho do dissipador, além de poder suportar curto circuito na carga com tensões de alimentação de até 15 V. A tensão de saída quiescente no pino 12, para o circuito de teste já mencionado, é de 8 V no máximo. A corrente drenada quiescente é de 20 mA ($p/V_S = 14,4$ V). A saturação de tensão na entrada se dá com 220 mV. A resistência de entrada é de 5M Ω . A resposta em frequência, distorção, ganho e rejeição de *ripple* têm valores semelhantes aos já fornecidos para o TBA 810 P e AP.

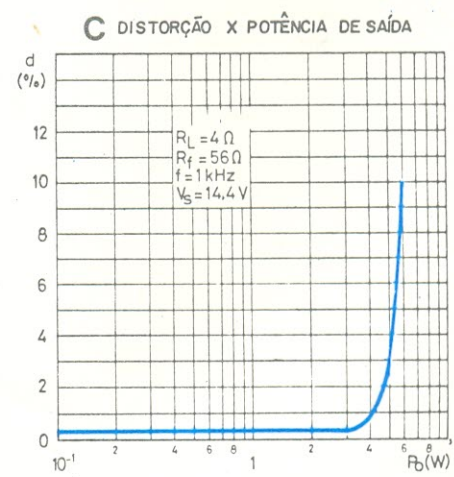
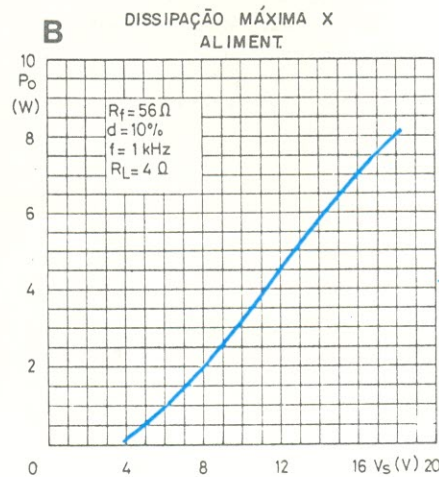
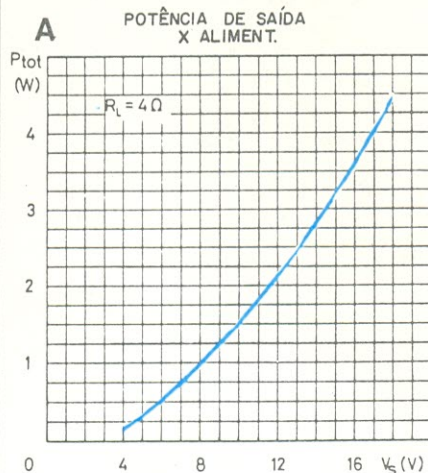
Na figura 14 encontram-se as curvas características dos TBA 810 S/AS com mais dados a respeito de sua utilização prática.

A implementação de equipamentos portáteis se fará mais facilmente utilizando o circuito da figura 15 que oferece a vantagem de usar um menor número de componentes externos e apresentar um comportamento mais adequado nas tensões mais baixas de alimentação (até 4 V).

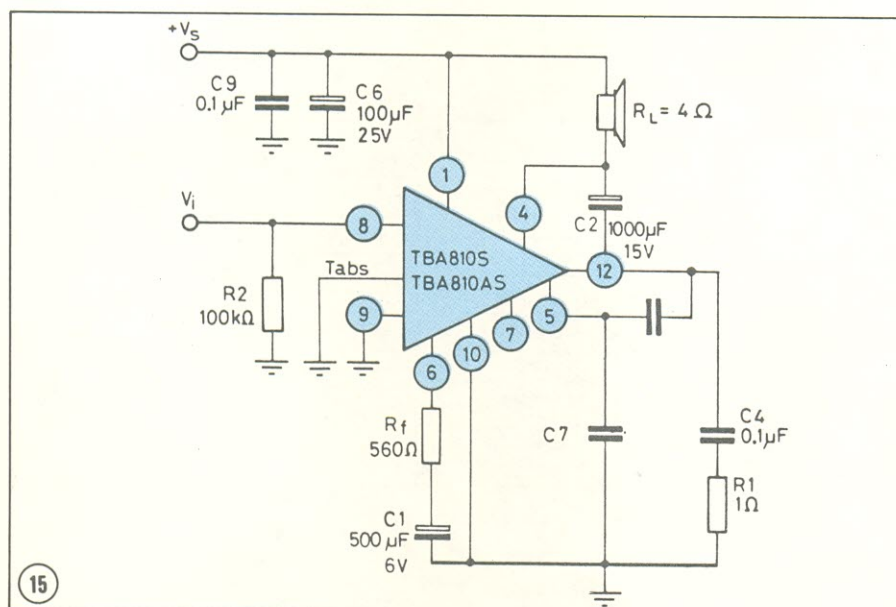
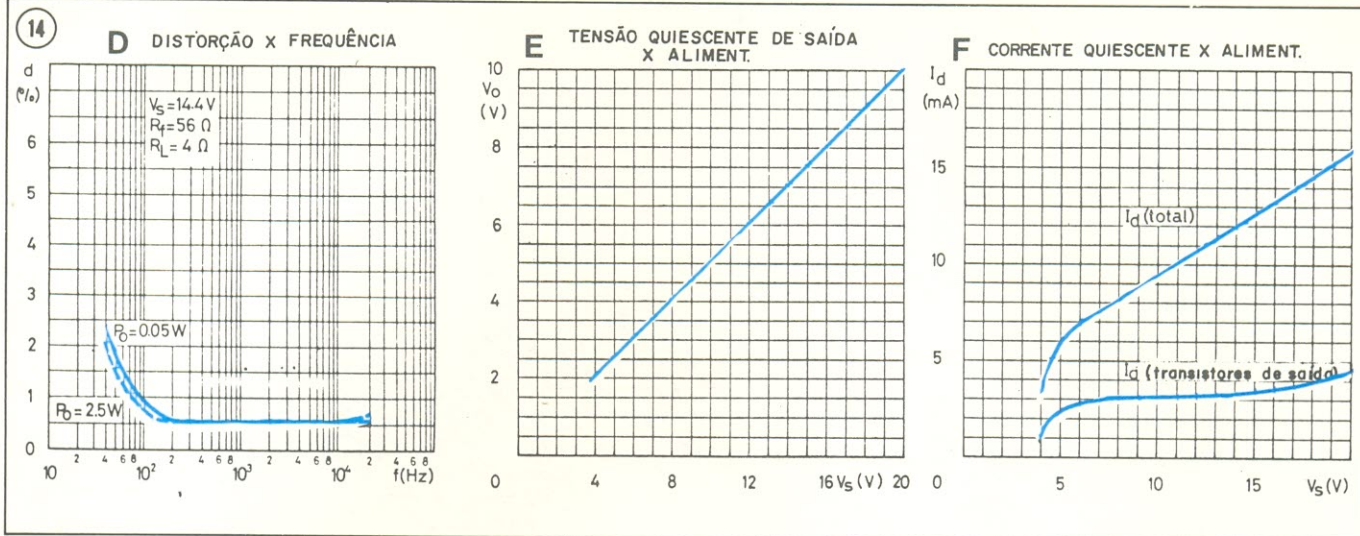
O acoplamento de uma área de dissipação ou de um dissipador externo para esses dispositivos segue as instruções já dadas para o anterior. Para efeito de cálculo da área cobreada pode-se considerar a mesma curva da na figura 9.



13



14



Esse circuito também possui limitação térmica, com as mesmas características apontadas para os de sufixo P e AP.

TBA 810 CB e ACB

Esses integrados são especialmente destinados ao emprego como amplificadores áudio para rádios CB, ou seja, da faixa do cidadão. Apresentam uma potência de saída de 7W sobre 4Ω e uma corrente de 3A (repetitiva). A rejeição de ripple mínima é de 40 dB e a tensão máxima de operação exigida da fonte é de 20 volts. Quanto a outras características como resposta em frequência, sensibilidade, distorção, ganho, eficiência, corrente drenada, etc., os valores oferecidos são os mesmos dos dispositivos anteriores.

Na figura 16 acham-se as curvas que ilustram a operação do CI levando em conta seus diversos parâmetros.

Sistemas de proteção internos

Proteção contra dump da carga —

O caso de *dump* (descarregamento) ocorre num carro quando o motor está girando e a bateria é desconectada: picos de tensão são então fornecidos pelo alternador à linha de alimentação, uma vez que não há efeito de grampeamento devido à capacitância da bateria.

O TBA 810CB foi projetado para suportar um trem de pulsos no pino 1, do tipo mostrado na figura 17A. A colocação de um filtro LC como o da figura 17B entre a linha e o pino 1 permitirá suportar trens de pulso de amplitude bem maior (até 100 V pico) sem dano para o dispositivo.

Proteção contra curto-circuito —

O TBA 810CB pode suportar um curto circuito permanente sobre a carga, para tensões de alimentação de até 15 V.

Proteção contra inversão na polaridade —

Uma corrente de até 5 A pode ser manipulada pelo dispositivo sem que ele se danifique, por um período superior ao do rompimento de um fusível rápido de 1A (normalmente ligado em série com a fonte). Essa característica é importante para evitar a destruição se, durante a instalação no carro, for cometido um erro na conexão da alimentação.

Proteção contra abertura no terra —

Se o rádio estiver na condição ON (ligado) e o terra for acidentalmente aberto, um amplificador de áudio comum poderá danificar-se. No dispositivo em questão, são incluídos diodos de proteção para evitar danos.

Proteção para cargas indutivas —

Há um diodo de proteção incluído entre os pinos 12 e 1, internamente, para permitir o uso do TBA 810 CB com cargas indutivas.

O TBA 810 CB pode excitar o transformador de acoplamento para modulação de áudio em transmissores CB.

Proteção contra tensões CC —

A tensão máxima de operação do CI é de 20 volts. Todavia, ele pode suportar uma tensão contínua de até 28 V sem estrago.

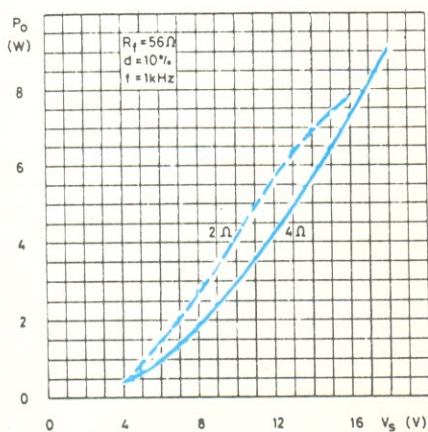
Proteção térmica —

Um circuito de limitação térmica é internamente incluído para evitar que a temperatura na pastilha exceda 150°C. As vantagens dessa proteção são as mesmas que já citamos anteriormente.

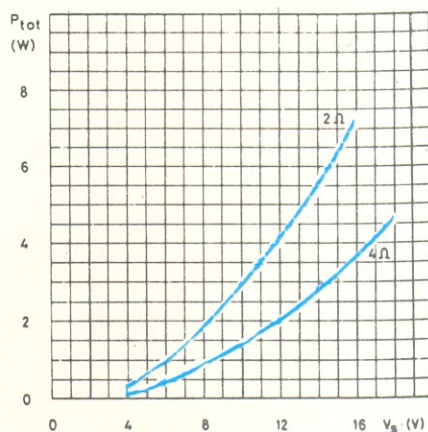
O cálculo da área de dissipação cobreada também poderá se fazer com base na figura 9, já indicada para os demais TBA 810.

As características de montagem e encapsulamento do TBA 810CB garantem sua alta confiabilidade para uso com rádios CB. As frequentes operações de ligar e desligar a que estão sujeitos esses aparelhos causam uma fadiga térmica que só pode ser enfrenta-

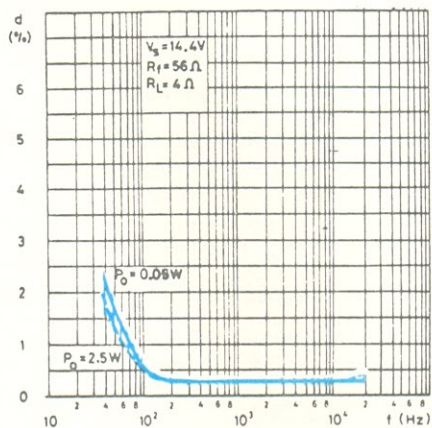
A POTÊNCIA DE SAÍDA X ALIMENT.



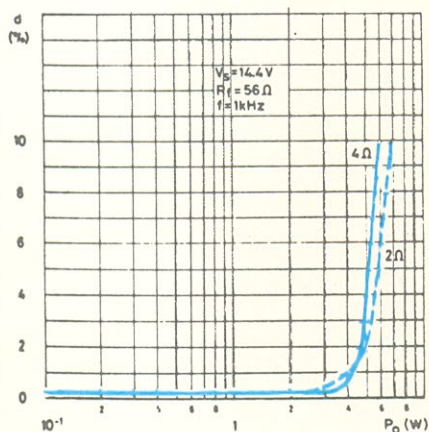
B DISSIPACÃO MÁXIMA X ALIMENT.



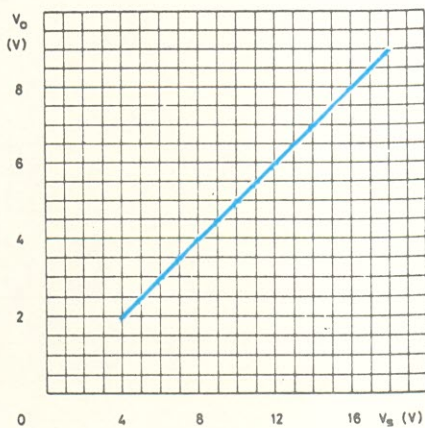
C DISTORÇÃO X FREQUÊNCIA



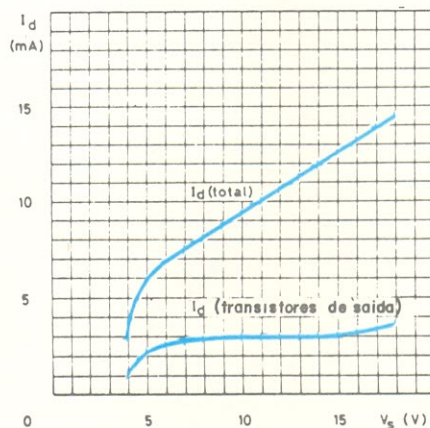
D DISTORÇÃO X POTÊNCIA DE SAÍDA



E TENSÃO DE SAÍDA X ALIMENT.

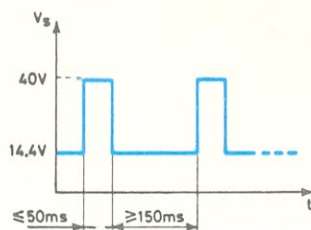


F CORRENTE QUIESCENTE DRENADA X ALIMENT.

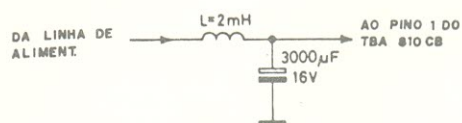


16

A



B



17

da com um processo adequado de embalagem e construção, como o adotado para o TBA 810CB.

O TBA 820

O TBA 820 é um amplificador de áudio monolítico encapsulado numa embalagem plástica de 14 pinos (figura 18). Objetiva o emprego como amplificador classe B de baixa frequência.

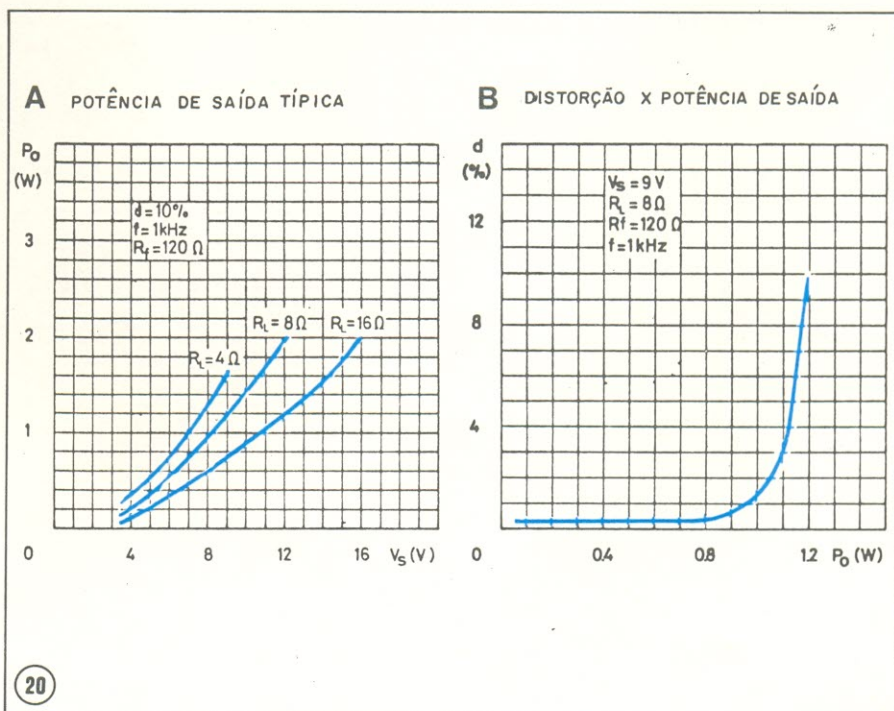
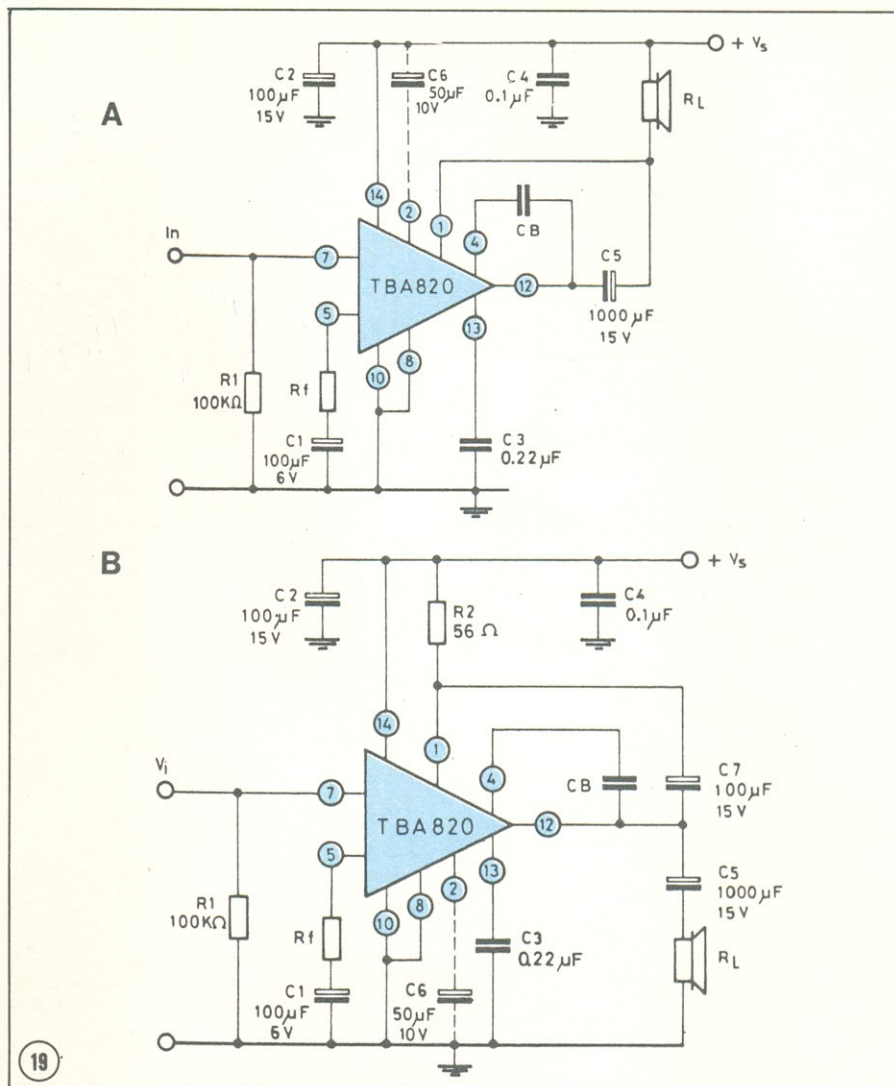
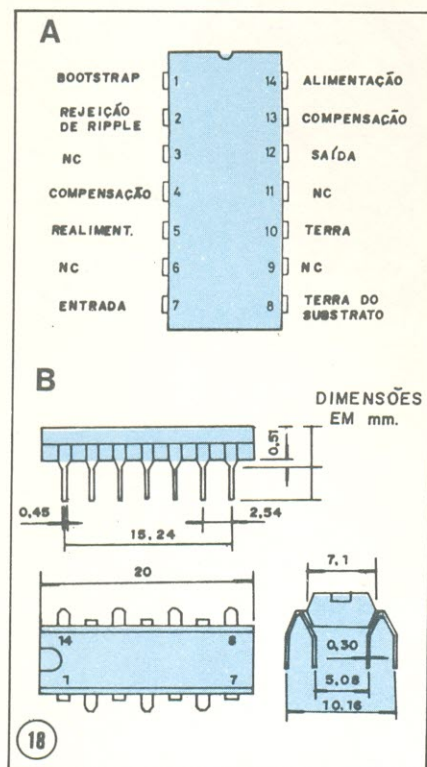
Suas principais características são a tensão de alimentação mínima de 3 V (e máxima de 16 V), a baixa corrente quiescente, o pequeno número de componentes externos requeridos, a boa rejeição de ripple (42 dB), a ausência de distorção de *cross-over*.

A tensão de saída quiescente varia de 4 a 5 V, a corrente quiescente drena é de 12 mA no máximo, a resistência de entrada é de 5 M Ω . A resposta em frequência (- 3 dB) com carga de 8 ohms e $V_S = 9$ V, vai de 25 a 20000 Hz. O ganho em malha aberta é de 75 dB (para $f = 1$ kHz) e em malha fechada pode chegar a 45 dB. A relação sinal/ruído à potência de 1,2 W é 70 dB.

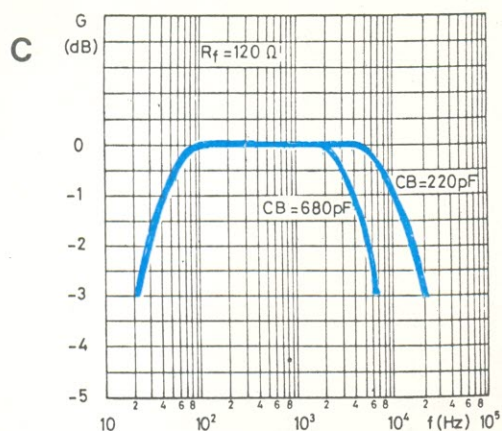
A figura 19 mostra dois exemplos de circuito para teste e aplicação do TBA 820, com a carga ligada à linha de alimentação (A) e com a carga conectada à terra (B).

A potência de saída do TBA 820 com carga de 8 ohms e alimentação de 12 volts é de 2 W; com 9 V/4 Ω é de 1,6 W; e com 9 V/8 Ω é de 1,2 W.

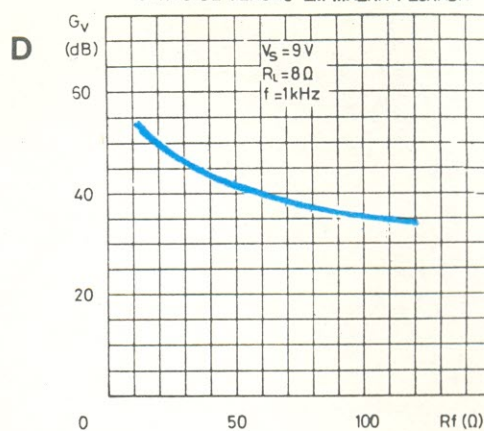
A figura 20 representa algumas curvas características relacionando os principais parâmetros do dispositivo.



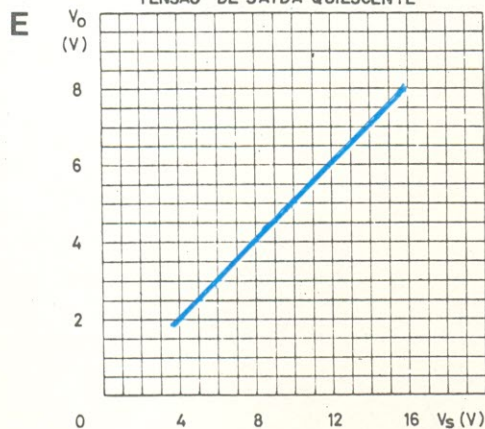
RESPOSTA EM FREQUÊNCIA



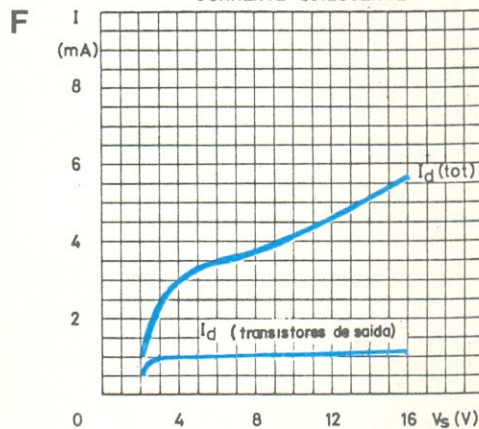
GANHO DE TENSÃO EM MALHA FECHADA



TENSÃO DE SAÍDA QUIESCENTE



CORRENTE QUIESCENTE



O Vento Eletrônico

está na Bahia. Lá você encontra também
um grande estoque de componentes e
todos os demais Kit's Nova Eletrônica.

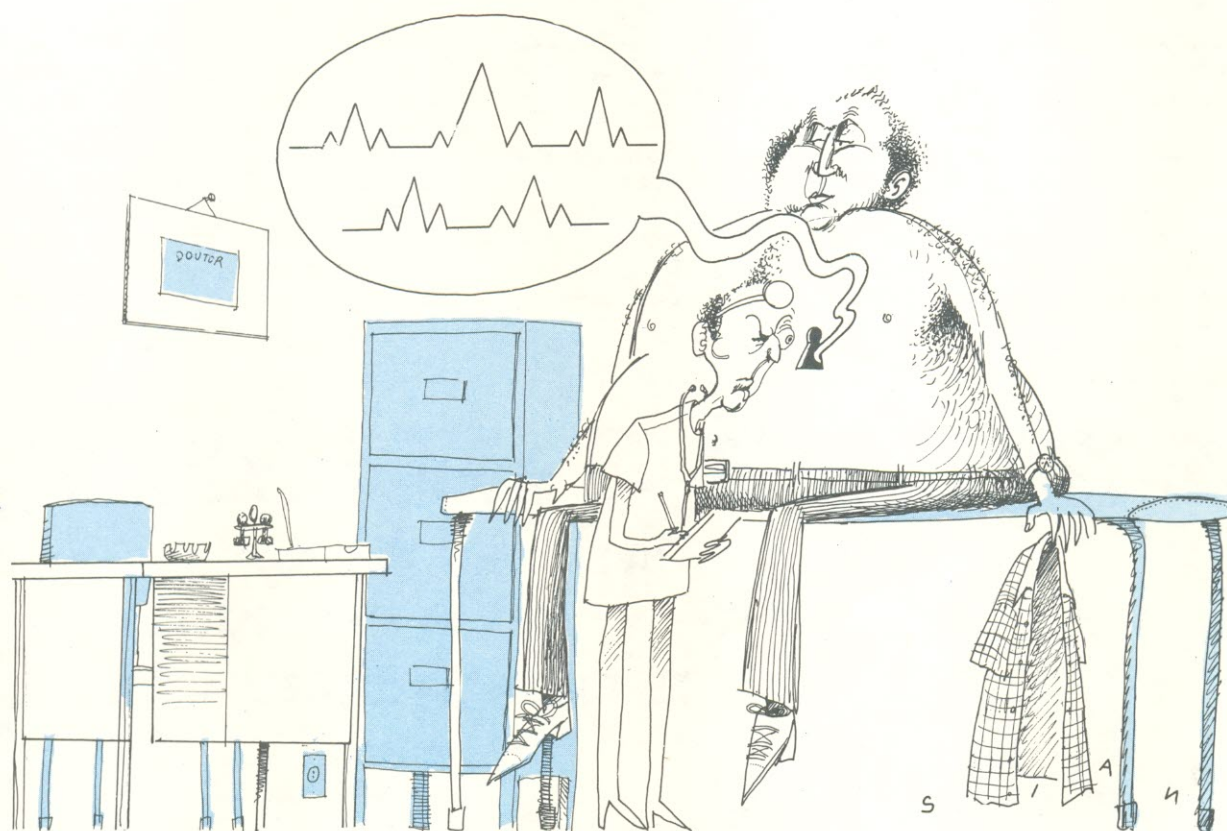
TV-Peças Ltda.

Rua Saldanha da Gama, 9 – Sé
Fone: 242-2033 – Salvador.

ELETROMEDICINA

A ASCENSÃO DOS "BIOCURIOSOS"

APRESENTAÇÃO



Prezado leitor,

Como já deve ser de seu conhecimento, estaremos em breve falando (e praticando) sobre Eletromedicina ou Bioengenharia. Sem avançar na discussão improdutiva de qual o termo correto para definir a área que abordaremos em futuro breve, vamos tecer alguns comentários sobre aquilo que nos propusemos a realizar

A bioengenharia envolve, entre outros, um largo campo da engenharia aplicada aos fenômenos biológicos, os quais sem dúvida alguma são muito interessantes de se estudar e pesquisar. Não se trata, entretanto, de uma área de abordagem simplória. Muito pelo contrário, a pesquisa nessa área requer um grande conhecimento, tanto da parte clínica como da parte de engenharia eletrônica, mecânica e química, principalmente. Requer ainda um instrumental de muito boa qualidade, o qual quase invariavelmente é importado e de custo proibitivo para o amador em geral.

Do ponto de vista do **hobby**, da curiosidade, entretanto, podemos observar vários fenômenos biológicos, sem que para tanto precisemos a) observá-lo diretamente e b) medi-lo com precisão, sob a forma ou amplitude real, bastando apenas uma indicação qualquer que se relacione bem com o fenômeno.

Exemplificando: um cardiologista, para fins de diagnóstico, necessita de um eletrocardiograma inscrito em papel, livre de distorções. Mas, para nós, "biocuriosos" (desculpem o termo), basta que um LED pisque a cada batida do coração para observarmos o fenômeno do batimento cardíaco e como este varia com nossas emoções. Não queremos dizer, com isso, que ser "biocurioso" é uma tarefa fácil. O que podemos afirmar é que, sem dúvida nenhuma, é muito menos dispendiosa, mas ainda assim não dispensa um certo conhecimento daquilo que se pesquisa.

Assim sendo, nossa futura seção será sempre dividida em duas partes. A primeira envolverá a descrição de um fenômeno biológico e seu interesse para o "biocurioso", assim como o eventual uso prático de uma pesquisa desse fenômeno. Na segunda parte será discutida a montagem de um instrumental eletrônico, que servirá para a pesquisa. Esses instrumentos, aliás, serão sempre encontrados sob a forma de kit ou mini-kit. Também nessa parte serão dadas instruções de como utilizar o aparelho, do ponto de vista prático, e os cuidados com seu uso.

Podemos adiantar que na construção dos aparelhos serão tomados todos os cuidados, no sentido de se proteger o usuário de riscos desnecessários, tais como experiências "eletizantes", causadas pelo choque elétrico, queimaduras, etc. Desaconselhamos desde já, portanto, quaisquer alterações das características dos projetos, como, por exemplo, substituição de fontes a pilha por fontes a transformador + regulador, conexão dos kits montados com aparelhos de bancada ou domésticos, e outras "idéias". Alterações dessa ordem podem ter consequências desagradáveis (e de inteira responsabilidade do autor das mesmas). Recomendamos, a título de alerta, a leitura das páginas 342/343 da NE n.º 3, onde se discute os riscos do choque elétrico.

Um outro lembrete que queremos fazer, de antemão, reside no fato de tais montagens terem finalidade única e exclusiva de divertimento, entretenimento e pesquisa pessoal, sendo totalmente impróprio seu uso para fins curativos ou de diagnóstico, uma vez que a legislação em vigor exige qualidades mínimas para o aparelho, além de restringir rigorosamente a utilização dos mesmos ao pessoal devidamente treinado e qualificado.

Como último tópico, queremos recomendar a leitura do manual de instruções do kit antes mesmo de desembalar as peças do saco plástico, pois em algumas montagens os componentes serão selecionados com precisão rigorosa de até 0,1%, ou seja, de uma parte em mil, valor que só pode ser verificado com multímetros de laboratório de no mínimo 4½ dígitos. Portanto, a mistura dos componentes na bancada pode (e vai) resultar num aparelho de baixo rendimento ou até mesmo inoperante.

Mas não se assuste. Os aparelhos não serão difíceis de montar. Eles apenas vão exigir uma certa ordem na hora da montagem. Enfim, vão exigir de você uma certa disciplina, mas poderão lhe dar horas e horas de pesquisa e entretenimento. Fique de olho.

«KITS» NOVA ELETRÔNICA E COMPONENTES

COMÉRCIO
DE APARELHOS
ELETRÔNICOS LTDA.

TRANSIENTE

Curitiba — PR

Av. Sete de Setembro, 3664 — Fone: 233-0731

ROMIMPEX APRESENTA SEU NOVO LANÇAMENTO EM SOLDAGEM ELETRÔNICA SUA NOVA ESTAÇÃO DE SOLDA RPX9952-C E RPX9954-LM (ELECTRONIC SOLDERING STATION).

**GARANTIA ABSOLUTA
COM PEÇAS DE REPOSIÇÃO**



ASSISTÊNCIA EM 24 HORAS.

- Temperatura regulável
- Sem etapas, é indiferente da voltagem da rede.
- Sem picos na ponta anti-eletrotástica para soldagem da família MOS.
- Ferros de soldar são de 24 V (55 V.C) sensor de temperatura nos respectivos modelos.
- Cabo de borracha de silicone a prova absoluta de temperatura.

FERROS DE SOLDAR

- Especiais para automóveis lanchas com 12 V.
- Para aviação com 24 V, telecomunicação com 48 V.
- Ferros especiais para 110/220 V.

Obs.: Todos os ferros são munidos com luvas antitêrmicas e cabo de borracha de silicone à prova de temperatura.

RELAYS FOTOELÉTRICOS PARA TODOS OS FINS INDUSTRIAIS

• CIRCUITOS IMPRESSOS

- Sistemas inéditos para fabricação de circuitos impressos.
- Sensibilização em plena luz do dia.
- Todo material necessário (para pronta entrega).
- Fabricação de circuitos impressos para protótipos em, pequena e média quantidade dentro de 48 horas.
- Ensina a fabricação do próprio circuito impresso.
- Montamos circuitos completos

CONVERSORES DE 12 VCC PARA 110 VCA 60 HERTZ

- 160 W de capacidade para uso em fluorescente, eletrolas, TV, etc.
- Adaptáveis em automóveis — lanchas e outros dispositivos funcionando em bateria de 12 V.

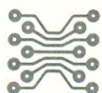
NOSSOS MATERIAIS PODEM SER ADQUIRIDOS DIRETAMENTE DA FÁBRICA OU ATRAVÉS DE REVENDEDORES.

Em SÃO PAULO:

**MEC
RÁDIO EMEGÊ
CENTRO ELETRÔNICA
DEMEIO**

**ELETRÔNICA FORNEL
RÁDIO SHOP
ZAMIR
ELDORADO SUPERMERCADOS**

**RECIFE: BARTÔ REPRESENTAÇÕES
PORTO ALEGRE: DIGITAL COMPONENTES
RIO DE JANEIRO: LOJAS NOCAR S.A.
BELÉM: INDETEL IND. ELETRÔNICA**



ROMIMPEX S.A.

**RUA ANHAIA, 164/166 - CEP. 01130 - SÃO PAULO - SP - BRASIL
FONES (011) 220-8975 - 220-1037**

FOTOTRIAC

Renzo Filippi

Os leitores da Nova Eletrônica devem lembrar de um artigo publicado na revista n.º 41, nesta mesma Seção Prática, cujo título sugestivo é “Acenda seu rádio com um fósforo”. Na verdade, a idéia desse circuito é bem simples: um LDR que na presença de luz aciona um SCR para estabelecer a alimentação do rádio.

O Fototriac é um circuito que segue, em linhas gerais, a mesma idéia. Só que se trata de um circuito de aplicações mais gerais: qualquer tipo de controle de dispositivos, acionados a corrente alternada, por luz.

Dois transistores e um TRIAC são os componentes semicondutores que você precisará usar nesse projeto.

Um circuito que pode, inclusive, ser usado como alarme contra ladrões.

Fototriac: uma fotocélula e um triac num circuito de disparo através da luz.

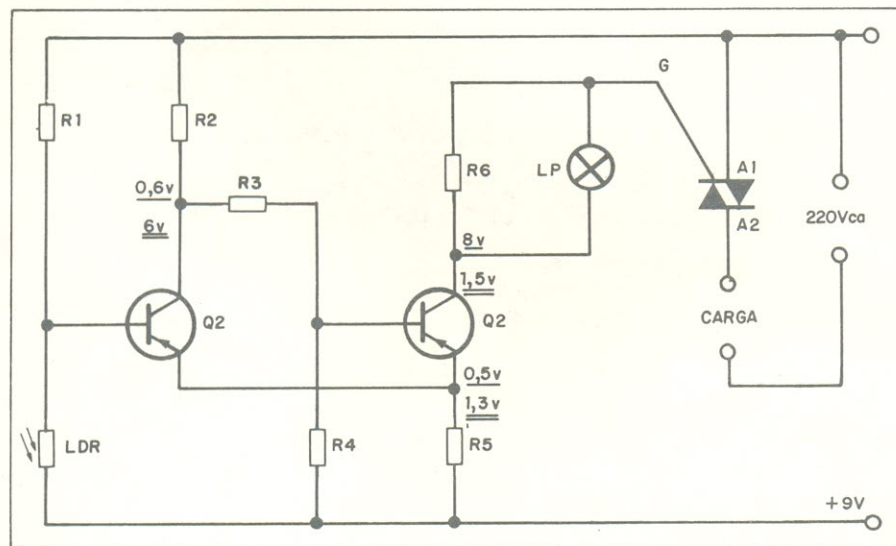
Antes de entrarmos no discurso técnico que analisará a princípio físico de funcionamento do aparelho e dos detalhes práticos da montagem do circuito, vejamos com que propósitos o Fototriac foi projetado.

A intenção com que o aparelho foi projetado é a de regular o nível de potência de uma carga através de um circuito sensível à luz.

Como exporemos mais adiante, com mais detalhes, o Fototriac pode ser adaptado para constituir um fuzil ótico, uma lanterna elétrica que se acen-

de com luz, ou com controle automático por barreira luminosa. As possibilidades de aplicação prática que citamos são apenas algumas, deixamos a cargo do montador outras idéias. Aliás, o circuito foi projetado de tal forma a dar margem ao montador de ter uma ampla gama de aplicações.

Da forma como o circuito está apresentado (veja o diagrama elétrico na figura 1) haverá corrente circulando pela carga quando o LDR estiver iluminado. Há, por outro lado, aplicações em que se deseja que a carga seja acionada quando se fizer escuro, ou seja, quando o LDR não estiver sendo iluminado. Um exemplo disso é o interruptor crepuscular, um circuito que acende uma lâmpada quando se faz noite. O



O circuito elétrico do Fototriac.

Fototriac, com uma pequena modificação (troca do LDR pelo resistor R1) pode atuar dessa forma.

O circuito oferece também a possibilidade de ajustar o ponto de disparo do circuito para o nível desejado de luminosidade através de um potenciômetro.

A aplicação do Fototriac que nos parece mais fascinante é de acionar cargas por barreira luminosa. Por exemplo, abrir uma porta automática, disparar uma campainha, etc. Bem, seja lá para que for, o Fototriac deve ser bem dissecado (estudado) pelos seus montadores para que o circuito venha a desempenhar a melhor performance possível.

Há várias maneiras de usar o Fototriac. No final do artigo apresentamos algumas delas.

O circuito elétrico

O Fototriac é constituído basicamente de um circuito Shmitt Trigger e de disparador a Triac. Os disparadores Shmitt Trigger são usados quando se deseja que a comutação de tensão de um ponto elétrico se dê da maneira mais rápida possível, não dando margem a estados "indecisos".

O Shmitt Trigger usado no Fototriac é comandado por um divisor de tensão muito particular, formado por um resistor (R1) e por um LDR (resistor dependente da luz). Na escuridão total o LDR apresenta alta resistência, por volta de alguns milhões de ohms, mas quando for iluminado convenientemente, sua resistência pode cair para algumas centenas de ohms. Então, na escuridão o ponto 1 tem um nível de tensão fortemente negativo (bem próximo dos -9V) e quando iluminado o ponto 1 cai praticamente ao nível da terra.

Suponhamos, só para efeito de análise, que o circuito esteja montado e em funcionamento. Quando o LDR estiver imerso numa região escura, sua resistência será de alguns milhões de ohms e a tensão no ponto 1 será suficientemente negativa para que o transmissor Q1 conduza bem próximo do nível de saturação. Portanto, nesse estado, a tensão entre coletor e emissor de Q1 é extremamente baixa e são justamente esses pontos que comandam o estado de transistor Q2. Como a tensão de coletor de Q1 é baixa, não há nível suficiente para fazer com que Q2 conduza e, consequentemente, o TRIAC não é acionado (não há corrente de porta). A carga, nesse estado, não é alimentada pela rede. Em resumo, no escuro o circuito não dispara.

Um pulso de luz alcança a fotocélula; já é o suficiente para disparar o Schmitt Trigger.

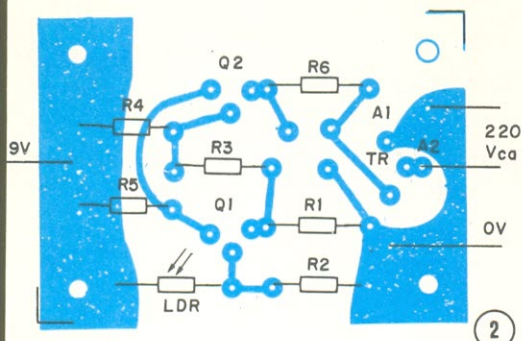
Agora vamos analisar a situação em que o LDR é iluminado com um certo nível de luminosidade. A resistência do LDR cai até um ponto em que o transistor Q1 passa da saturação ao corte. Com o corte de Q1, a tensão de coletor do mesmo é definida pelo divisor de tensão formado por R2, R3 e R4, ou seja, aproximadamente $4/5$ de V_{cc} . Com esse nível de tensão, o transistor Q2 tem sua tensão de base aumentada (com polaridade negativa, é claro) ao nível de saturação. A corrente de coletor também cresce para I_{csat} (corrente de saturação do coletor) e o TRIAC é disparado. Quando acionado, a tensão entre o anodo 1 e anodo 2 do TRIAC é praticamente nula e, consequentemente, toda a tensão da rede é desviada para a carga. Em resumo, quando o LDR é iluminado o circuito dispara.

A fotocélula usada é do tipo de sulfato de cádmio com potência de dissipação de 150 mW, a resistência máxima, a ausência de luz, é de 20 MOhms; quando iluminada com uma intensidade de 1000 lux apresenta uma resistência de 600 ohms. Com esse tipo de fotocélula, o valor de R1 deve estar entre 10 kOhms e 20 kOhms. Se a fotocélula possuir um valor mais alto de resistência quando iluminada por 1000 lux de intensidade de luz, digamos entre 3 kOhms e 4 kOhms, convém alterar o valor de R1 para um valor próximo dos 68 kOhms.

A possibilidade de substituir o resistor R1 por uma associação de um resistor de 10 kOhms e um trimpot de 100 kOhms é também viável. Nesse caso, o circuito seria ajustado na prática, sem se importar muito com as características da fotocélula utilizada.

Montagem e ajustes finais

A figura 2 mostra a placa de circui-



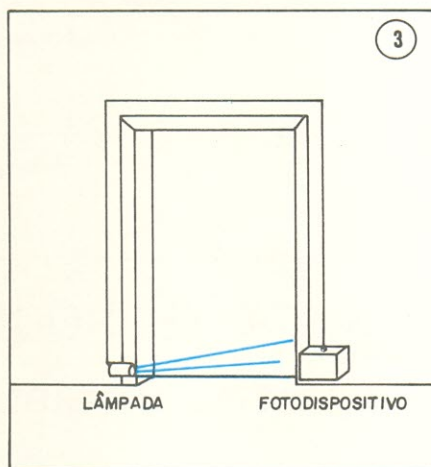
O circuito impresso visto pelo lado dos componentes.

to impresso do Fototriac. Nela se acomodam os dez componentes usados na montagem. Cuidados especiais devem ser tomados com as ligações dos dois transistores e do Triac. Os transistores indicados para esta montagem são os seguintes: BC177, BC 212, BC320, BC251, BC204, MPS6516, 2N5041, BC257, BC307. De todos os equivalentes, os mais fáceis de encontrar na praça são os BC177 e BC307.

Todos os resistores são de $1/4$ de W. O valor de R6 depende do Triac a ser utilizado que, por sua vez, depende da potência total a ser controlada. Para um Triac de 6A de corrente máxima, o valor de R6 é de 220 ohms. Caso seja usado, no lugar do TRIAC, um SCR de 3 A, convém aumentar o valor de R6 para alguns kOhms.

É bem fácil identificar os terminais de um TRIAC. Olhando o componente de frente, o terminal central é o anodo 2, o terminal da direita é o anodo 1 e o terminal da esquerda é a porta. Alguns componentes trazem as indicações G, A2 e A1 no próprio corpo.

O circuito deve ser alimentado por uma fonte de 9V, Devido ao baixo con-



Um esquema de controle automático por barreira luminosa.

Os valores dos resistores usados no circuito podem variar de acordo com a fotocélula e o triac usados.

sumo, pode-se usar uma pilha para tanto. Não confunda o consumo da pilha com o consumo do circuito. A pilha serve apenas para polarizar os transistores e a porta do TRIAC, enquanto a corrente fornecida à carga vem da rede.

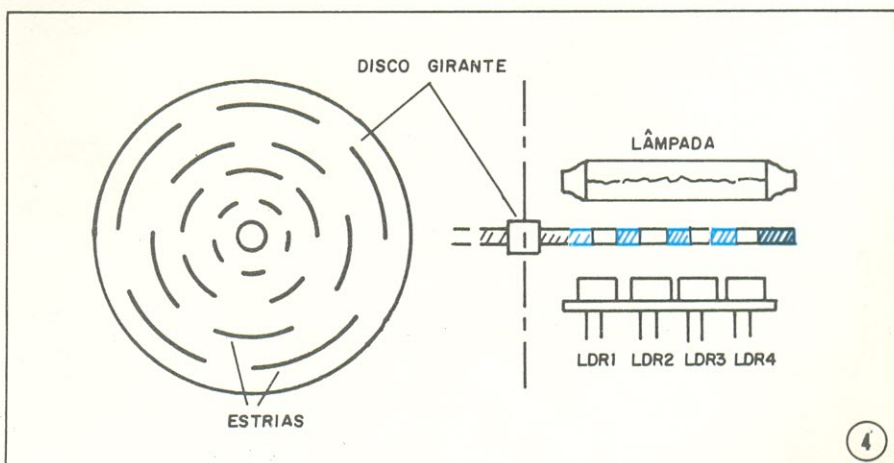
Aplicações do Fototriac

Como já salientamos, o Fototriac é um circuito com características tão gerais que possibilita uma infinidade de aplicações.

Aqui desenvolvemos algumas idéias que talvez despertem no montador novas possibilidades de uso do circuito. Vamos a elas:

Controle automático por barreira luminosa — Observe a figura 3. Um feixe de luz ilumina constantemente a fotocélula do Fototriac e a região compreendida entre a lâmpada e o circuito é o vão de uma porta. Quando alguém por ela entrar, o feixe é interrompido e o circuito aciona a carga. A carga pode ser uma porta automática. Nesse caso a porta abriria sem a intervenção de quem quisesse entrar.

Disparo seqüencial com um disco girante — A figura 4 ilustra uma outra interessante idéia. Um disco girante é perfurado com estrias em 4 alturas radiais diferentes. O disco gira em torno do seu eixo sendo iluminado por uma lâmpada em um dos lados e com 4 fotocélulas (uma para cada altura) do outro lado. Cada fotocélula corresponde a um Fototriac que dispara uma lâmpada do tipo spot, por exemplo. Quando o disco gira há contatos luminosos momentâneos entre a lâmpada e as fotocélulas, disparando, nesses períodos, as lâmpadas spot. Você tem aí uma interessante variação dos circuitos seqüenciais tradicionais.



Disparo seqüencial com um disco girante e 4 Fototriacs.

As aplicações do Fototriac: controle automático por barreira luminosa, disparo sequencial com um disco girante, o tiro ao alvo óptico, alarme contra ladrões e interruptor crepuscular. Sem contar aquelas que você bolar.

O fuzil óptico — Trata-se de um modelo óptico de um tiro al alvo. Observe a figura 5. O fuzil nada mais é do que um cano longo adaptado com uma lâmpada pequena e um obturador. O tiro é então um feixe de luz de pequena duração. O alvo tem no centro a fotocélula do Fototriac. Quando o tiro acerta o alvo (o feixe de luz acerta a fotocélula), qualquer dispositivo de aviso pode ser acionado (uma campainha, uma lâmpada. etc.).

Alarme contra ladrões — O Fototriac também pode ser usado como um alarme contra ladrões. Nesse caso deve-se tornar o circuito bem sensível a qualquer mínima quantidade de luz. Se

algum ladrão quiser roubar alguma coisa ele terá que iluminar o ambiente para isso, e assim, o alarme dispara sempre quando ele tentar iluminar a suposta "cena do crime".

Interruptor crepuscular — Para o circuito atuar como um interruptor crepuscular, basta trocar as posições do LDR e de R1. Assim, o circuito dispara quando se fizer noite. É preciso, então, colocar o Fototriac longe do campo de ação de qualquer outra lâmpada noturna.

Relação de componentes

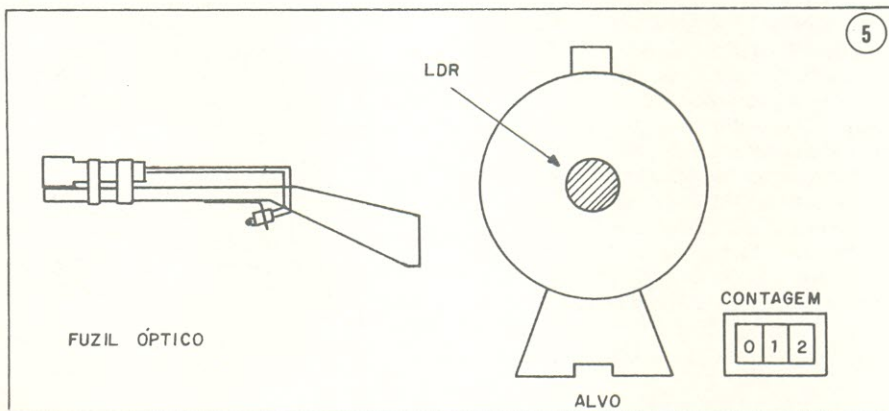
Resistores

R1 — veja o texto
R2 — 470 ohms $\frac{1}{4}$ W
R3 — 1 kohm $\frac{1}{4}$ W
R4 — 560 ohms $\frac{1}{4}$ W
R5 — 22 ohms $\frac{1}{4}$ W
R6 — de 220 ohms a 3,3 kohms (veja o texto)

LDR — fotocélula (veja o texto)

Semicondutores

Triac — 400 V 1 a 15A
Q1 — BC307 (equivalentes no texto)
Q2 — BC307 (equivalentes no texto)
Lâmpada
1 W — 12V (veja o texto)



Um tiro ao alvo óptico.

© Copyright Radio Elettronica

NOVO
DISTRIBUIDOR
DOS
KITS
NOVA
ELETRÔNICA

DESISTA DE PROCURAR!

o que você precisa em eletrônica está na



**ELETRÔNICA
SALVADOR**



SEMICONDUCTORES

COMPONENTES ELETRÔNICOS

INSTRUMENTOS

ELETRÔNICA SALVADOR COM. E IMP. LTDA.
Rua Saldanha da Gama, 11
Fone: 243-7226

INDICADOR DE NÍVEL PARA LÍQUIDOS

Luigi Amorosa

Convenhamos:

É desagradável abrir a torneira da pia da cozinha ou do banheiro e dela sair apenas algumas míseras gotas que logo se acabam. Mais desagradável ainda é tirar a roupa para um refrescante banho e descobrir que do chuveiro você não conseguirá mais que um copo de pingos frios.

Sim, e por que acontece isso?

A culpa pode ser da instalação hidráulica de sua residência com algum vazamento ou entupimento; pode ser também da interrupção do fornecimento de água. Seja como for, o resultado destas catástrofes são sempre os mesmos: a caixa vazia e a torneira ressequida.

A Seção Prática deste mês traz não exatamente a solução do problema, mas um aparelho que pode ser útil na sua previsão e detecção.

O aparelho é um indicador de nível de água (e outros líquidos) hiper simples. Dois transistores e dois resistores e alguns minutos de trabalho para que você saiba na hora que desejar como anda o nível de sua caixa d'água.

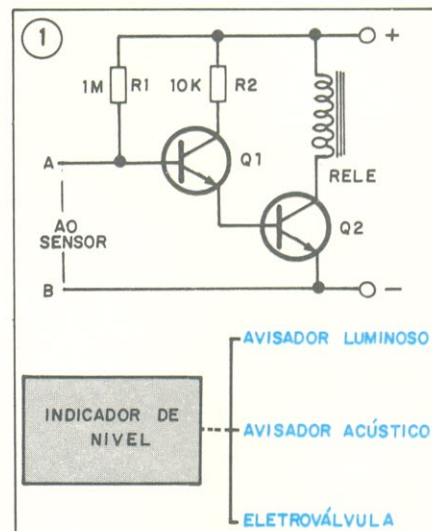
O circuito do indicador de nível para líquidos foi projetado inicialmente para ser colocado numa caixa d'água. Mas depois de construído, ele se mostrou eficiente em outras aplicações: pode ser usado como indicador de alagamento; ligado a uma eletroválvula, pode-se ter uma bóia automática; e outras aplicações do gênero. O aparelho, dado à mínima corrente que atravessa o líquido (cerca de 30 microamperes), não causa faísca e, assim, pode ser utilizado em qualquer líquido, inflamável ou não (para alguns líquidos inflamáveis, como a benzina retificada, o circuito não pode ser usado dada a elevada resistência do líquido, nesse caso é necessário adaptar um outro estágio amplificador para que a corrente seja detectada). Mas o sensor de nível de água tem uma notável sensibilidade para os líquidos mais comuns.

Em nossos testes, notamos que somente com água destilada o circuito não funciona, mas basta adicionar algumas gramas de cloreto de sódio pa-

ra que o circuito torne-se sensível e o relé usado comute normalmente. Uma outra vantagem do circuito é a extrema simplicidade, fator que permite montá-lo em algumas horas e com componentes recuperados de circuitos em desuso.

Esquema elétrico

Observe a figura 1, e você notará de cara uma configuração darlington dos dois transistores. Numa configuração desse tipo, sabe-se que os dois transistores atuam como um único transistor, mas com ganho elevadíssimo. No entanto, embora o fator β e a impedância de entrada atinjam níveis elevadíssimos, também os fatores negativos são amplificados, como a corrente de fuga e os ruídos. No nosso circuito os ruídos não interferem, já que não estamos projetando um aparelho de alta-fidelidade, e a corrente de fuga tem uma intensidade ainda bem pequena para acionar o relé usado, já que os transistores são de média e baixa potência e de silício, construídos com



Esquema elétrico do indicador de nível para líquidos.

Dois transistores e dois resistores e você poderá acionar qualquer dispositivo de aviso quando o nível de um líquido subir acima de um determinado ponto.

tecnologia moderna. O resistor R1 tem a função de evitar que uma corrente muito alta percorra o líquido e elimine o perigo de ruptura do transistor BC109 no caso de um eventual curto-circuito entre os terminais de entrada.

Os mais atentos deverão ter notado a falta do diodo de proteção do relé, para prevenir um pico de tensão extra. Mas não foi descuido nosso. É que notamos que mesmo sem o diodo o circuito funciona perfeitamente e os perigos de uma tensão extra são realmente mínimos.

A alimentação do circuito pode assumir valores numa ampla faixa de tensões. O circuito funciona com bom desempenho com uma de tensão de alimentação de 6 a 16 V, seja com pilha, seja com fonte de tensão. No caso de você querer usar a tensão da rede, é aconselhável que a saída da sua fonte

Você poderá usar tanto um avisador luminoso (LED ou lâmpada), quanto um avisador acústico (campainha ou sirene).

de tensão seja de 12 V, o que garante uma ótima sensibilidade; se você quiser usar pilha, basta uma de 9 V bem comuns na praça. Na saída do relé pode-se usar qualquer tipo de dispositivo e logo abaixo do circuito da figura 1, há alguns exemplos.

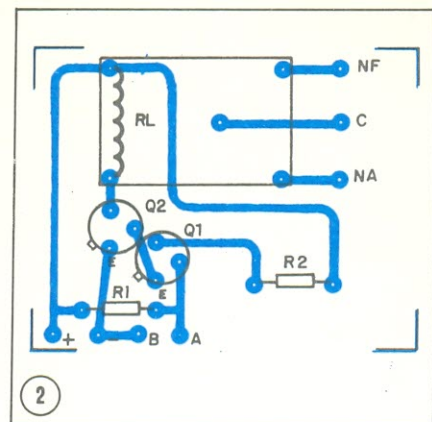
Damos três opções: um indicador luminoso, um indicador acústico e uma eletroválvula. É claro que a escolha de uma determinada opção é definida pelas necessidades do sensor. Caso você queira usá-lo para monitorar o nível de uma caixa d'água, um indicador acústico ou luminoso deve ser usado.

Há também a possibilidade de montar um indicador de nível máximo e mínimo, com dois sensores e aproveitando os contatos do relés.

Montagem

Devido ao pequeno número de componentes utilizados na montagem, você tem várias opções: em ponte, no ar ou num circuito impresso. É claro, porém, que se você deseja que o circuito se mantenha em bom estado por um longo período de tempo, é preciso caprichar um pouco na montagem. E é aconselhável também a montagem sobre uma placa de circuito impresso por esse motivo.

A placa do circuito impresso se encontra na figura 2, vista pelo lado dos componentes. O único cuidado mais sério a ser tomado é o de não inverter a pinagem dos transistores no circuito. A placa da figura 2 abriga o relé. Para ligá-lo à placa, tenha a certeza do relé que será usado, pois eles costumam variar de tamanho conforme suas especificações.



Placa do circuito impresso.

O sensor do indicador de nível para líquidos consiste de uma placa de circuito impresso pequena com duas colunas cobreadas e estanhadas e separadas por 10 mm.

Um carinho especial merece o tratamento do sensor. Tentamos usar uma placa de circuito impresso de 25 mm de largura por 25 mm de comprimento. Nessa placa, apenas uma estria central de 10 x 30 mm foi corroida e os contatos foram soldados nos dois ramos resultantes. O sensor funcionou bem durante algum tempo, mas depois começou a apresentar problemas devido à oxidação. É por isso que o cobre do circuito impresso deve ser recoberto por uma camada de estanho, material menos susceptível às oxidações. Uma outra opção seria dispor de um par de fios recobertos de prata, normalmente usados em aparelhos especiais de áudio.

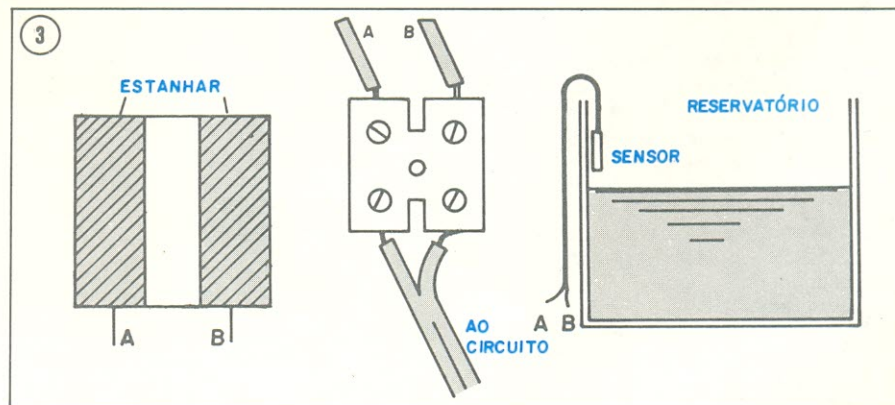
Os transistores usados na montagem podem ser substituídos por seus equivalentes. A saber, Q1 pode ser BC 107, 108 ou 109 e Q2 pode ser 2N1613, 2N2218, 2N3567, BFX68 etc.

Verificação de funcionamento

Resumindo:

O circuito é servido por dois fios de alimentação que vêm de uma pilha ou fonte de tensão, dois fios de entrada que vêm do sensor, e três fios de saída que servem o relé.

Depois que o circuito já estiver montado, proceda a um teste de funcionalidade. Um teste um tanto quanto óbvio que consiste em alimentar o circuito e umedecer a superfície do sensor com água de torneira, por exemplo; o relé, nesse caso, deve comutar imediatamente caso o circuito não funcione, isso deve ser consequência de alguma conexão defeituosa ou do mau funcionamento de algum transistor.



Detalhes da disposição do indicador numa caixa d'água e da constituição do sensor.

A corrente de saída do sensor é muito baixa (da ordem de dezenas de microampéres). Por isso a configuração Darlington é usada no circuito.

Caso você disponha de um multímetro razoavelmente sensível e colocá-lo em série com o sensor, você deverá ler um valor de corrente próximo de 50 microampéres quando este for umedecido. Às vezes precisa-se aumentar ou diminuir a sensibilidade do circuito, o valor de R1 pode ser diminuído ou aumentado para tanto. Para um valor de 1 Mohm de R1, a corrente de entrada do circuito é de 10 microampéres. Para esse valor, alguns líquidos, como o álcool, passam despercebidos pelo sensor.

Como usar o indicador de nível para líquidos?

Como e onde.

É claro que tudo se submete às necessidades do montador. Mas acreditamos que a aplicação mais interessante do circuito é a de monitorar as condições de nível de uma caixa d'água residencial. Inclusive, vários circuitos podem ser usados para diferentes níveis da caixa. Quando várias famílias dependem de um reservatório apenas, como é o caso de quem mora em apartamentos, a necessidade de controle é tanto mais necessária.

Mas aí vai uma outra idéia, e esta para as empresas públicas de água e esgotos: por que não monitorar o nível de água dos bueiros? É claro que circuitos um pouco mais sofisticados devem ser usados no caso, mas seria a solução para os alagamentos por causa de bueiros entupidos. Numa cidade como São Paulo, por exemplo, parece que uma simples garoa já basta para que certas ruas se alaguem sem escoamento de água (quem mora perto de estradas de ferro que o diga!).

A primeira aplicação que nos ocorre para um circuito destes, é o controle do nível de água de um reservatório residencial; tanto em casas como em apartamentos.

O nível de outros líquidos pode ser controlado pelo sensor, mas deve-se deixar bem claro que o circuito só poderá operar perfeitamente quando o líquido estiver quase estático, isto é, quando não houver chacoalhões ou coisa parecida. Nesse caso o que aconteceria, mesmo com uma quantidade mínima de líquido no recipiente, é que uma pequena gota que caísse sobre o sensor já acusaria nível satisfatório num reservatório quase vazio.

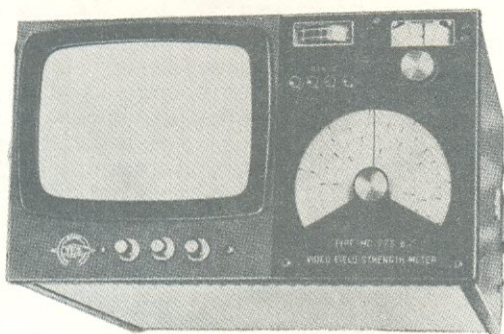
Relação de componentes

R1 — 1 M Ohm
R2 — 10 k Ohms
Q1 — BC 108 ou equivalentes
Q2 — 2N1613 ou equivalentes
Relé — de 6 a 12 V por 200 a 300 Ohms

Uma observação importante: se a água for destilada, o indicador não acusa a presença de líquido no sensor. Mas basta adicionar algumas gotas de sal para que ele o faça.

Foto do protótipo montado em nosso laboratório.

MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO COM "VÍDEO" MC-775/B



Instrumento constituído de um televisor transistorizado fabricado e completado com os circuitos conjugados à parte normal dos Medidores de Intensidade de Campo. A introdução do visor (foco e uma escala de leitura direta da frequência), faz distinguir com máxima exatidão as emissões televisivas desejadas, indica o melhor local para a instalação da antena (em especial modos para TV-cores), verificando ao mesmo tempo a perfeição da imagem vídeo captada pondo em evidência eventuais reflexos, interferências ou distúrbios de qualquer tipo.

"T.E.S." para facilitar ainda mais o trabalho da instalação da antena, lançou o modelo MC-775/B que, além de funcionar com rede de tensão 220 volts — 60 Hz, funciona também com **baterias recarregáveis** postas internamente ao aparelho

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

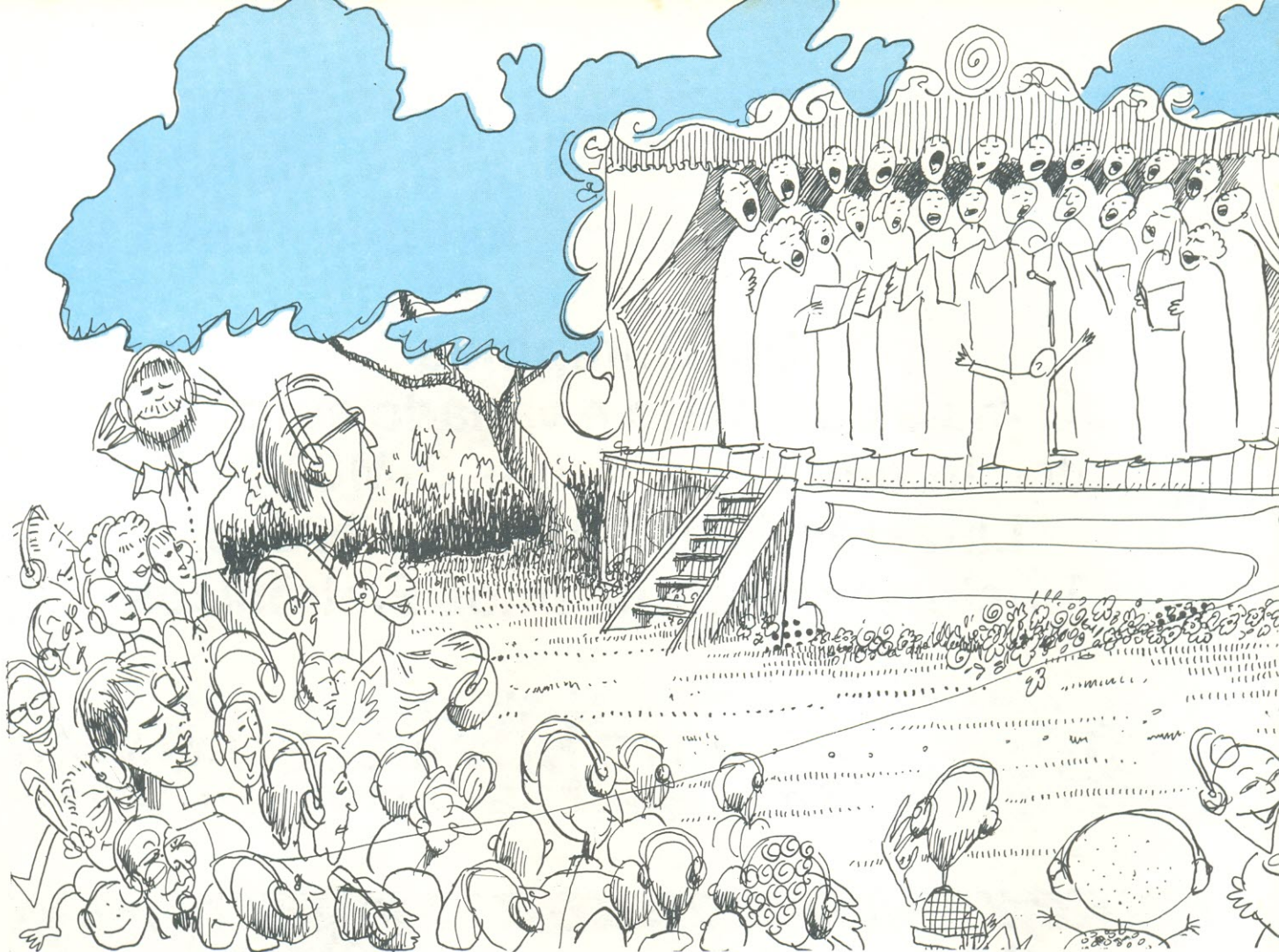
| | |
|---------------------------------|---|
| Tipo de TV | PAL-M |
| Tubo | 6" — 125 x 85 mm |
| Campo de frequência | Faixa I 48—90 MHz em continuidade |
| | Faixa III 170—260 MHz em continuidade |
| | Faixa IV 460—600 MHz em continuidade |
| | Faixa V 600—860 MHz em continuidade |
| Precisão em frequência | melhor de + ou — 2% |
| Sensibilidade | de 50 μ V a 0,1 V em continuidade até 1 V com atenuador externo A-661/D |
| Precisão de sensibilidade | entre + ou — 3 dB em VHF entre + ou — 6 dB em UHF |
| Impedância entrada | 75 ohms desbalanceada 300 ohms balanceada com balun B-661/D externo |
| Alimentação | Tensão rede — 60 Hz Duas baterias recarregáveis de 6 V — 2,6 Ah |
| Tamanho | 28 x 18 x 32 cm com bolsa de couro |
| Peso | 8,5 kg (completo, c/ baterias e bolsa). |

**PREÇOS ESPECIAIS PARA REVENDEDORES
PEÇA FOLHETOS ILUSTRADOS**



Comercial Importadora Alp Ltda.

Alameda Jaú, 1528 — 4.º andar — conj. 42 — fone: 881-0058 (direto) 852-5239 (recados) CEP 01420 — S. Paulo



Sonorização de palcos em shows – O sistema de retorno ou monitor

Cláudio Cesar Dias Baptista

2ª parte

Uma caixa assim!...

Disse logo aí atrás (no número anterior) ser necessária a maior cobertura sonora no plano horizontal e estreita na vertical, nas altas e médias frequências. Para se conseguir isso há várias maneiras. A melhor é utilizar na caixa um conjunto *horn-lens*, ou corneta com lente acústica, equivalente ao modelo 2395 da JBL, e um *driver* (excitador) de altas frequências e alta potência e eficiência, como o 2442 da JBL, por exemplo, ou mesmo o 2482.

É necessário informar: cornetas e lentes pequenas não fazem o serviço. Tem de ser uma largura de lente de 91,5 cm para funcionar bem.

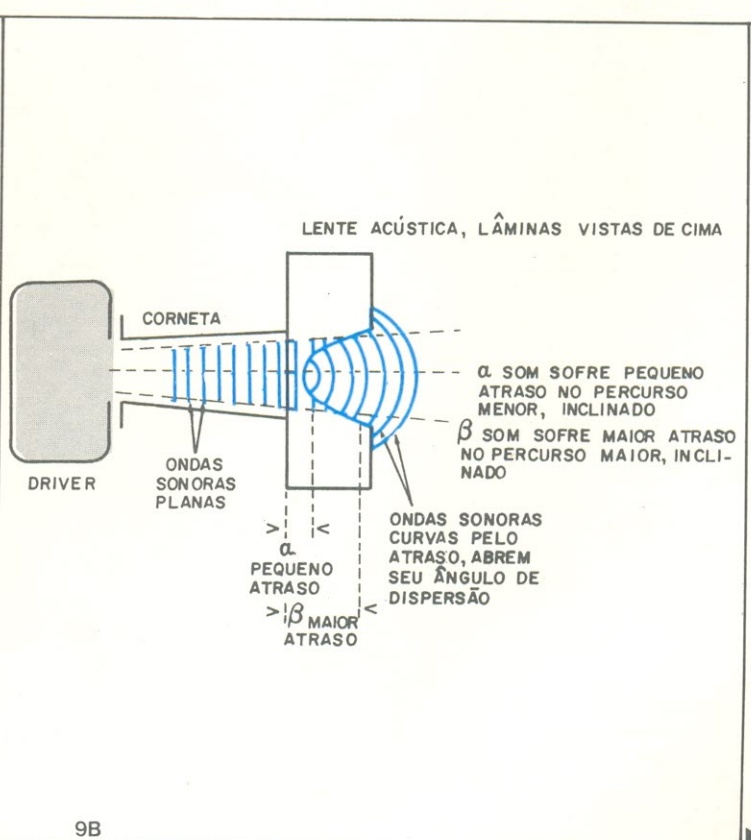
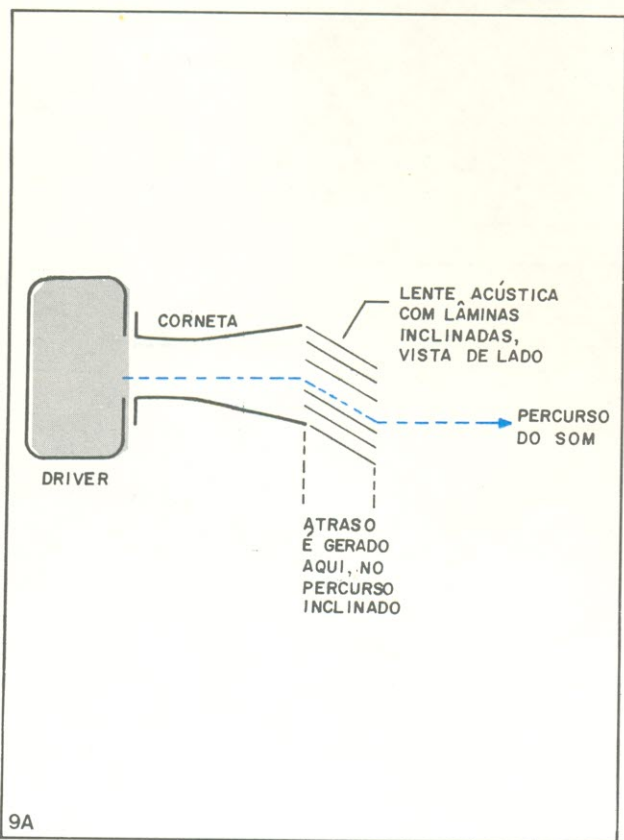
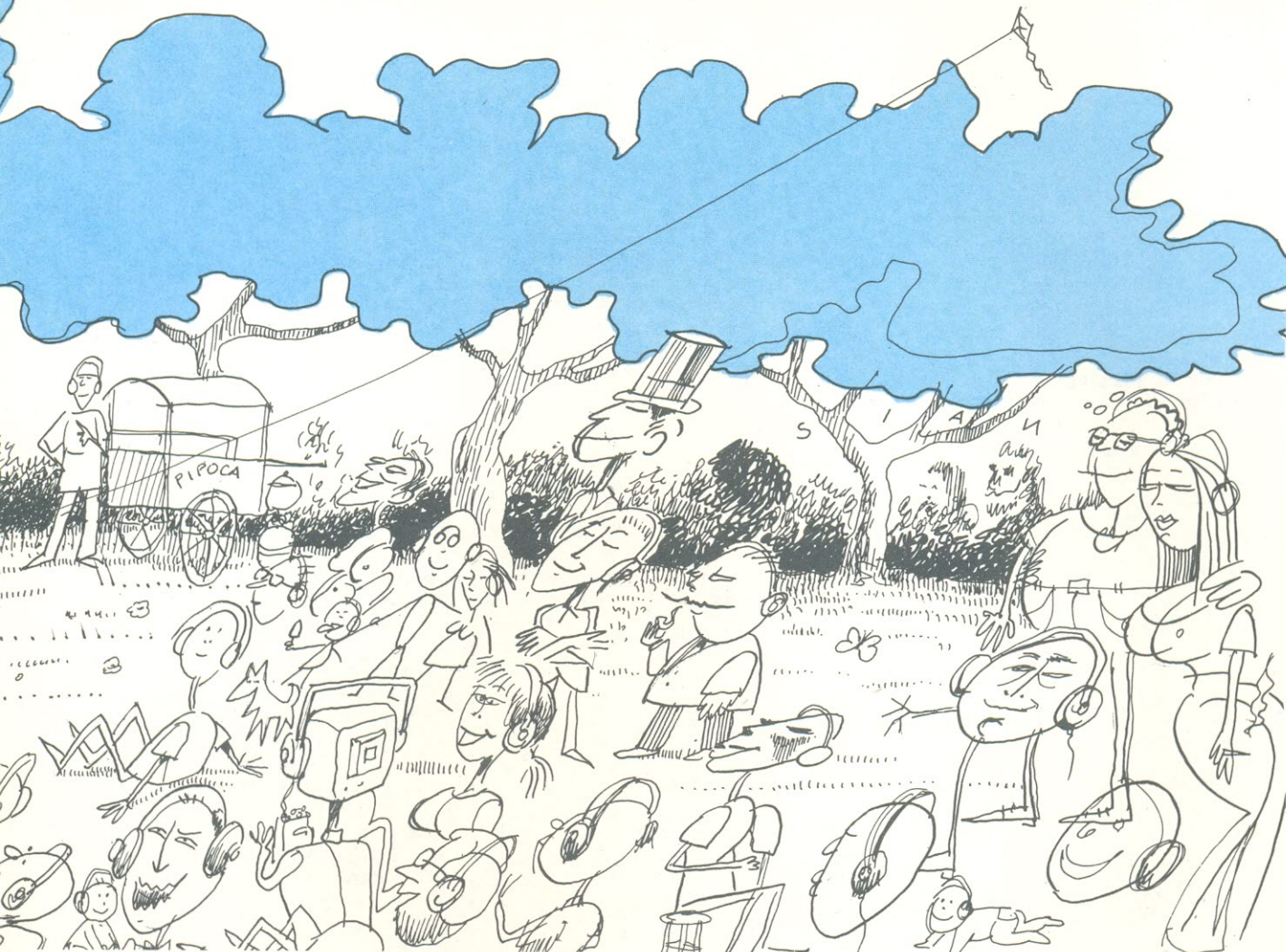
A lente acústica

As lentes acústicas foram originalmente projetadas para sistemas de cinema estereofônico. Foram apresentadas à indústria em 1954 e descritas pelos cientistas Kock e Harvey em 1949, dos laboratórios Bell. Foram introduzidas no mercado mundial pela JBL e trabalham por meio de lâminas paralelas, geralmente de alumínio, inclinadas como uma veneziana, em frente a uma corneta de alumínio; existem também em outras configurações, como placas perfuradas concêntricas, etc.

As lâminas oblíquas formam espaços entre si, onde o som percorre um caminho mais longo, até atravessar a largura ocupada pelas lâminas. Ao sair, retoma a direção original, sofrendo um atraso devido ao percurso inclinado, mais extenso (ver figura 9a).

Fazendo-se as lâminas com um formato recortado, como na figura 9b, é possível controlar o atraso, tornando-o menor na direção axial da corneta e tanto maior quanto maior for o ângulo com o eixo. As ondas planas produzidas pela corneta tornam-se curvas, apenas no plano das lâminas, e o ângulo de distribuição se abre. Assim, ângulos de cobertura sonora de 140° horizontais por 45° verticais são obtidos com as grandes lentes acústicas, o que as torna indispensáveis para o uso em monitores. Uma corneta sem lente dificilmente supera os 90° horizontais.

Existem concorrentes sérias das lentes acústicas, que são as cornetas por princípio de difração (140 x 60°), as quais tem a única desvantagem da dificuldade de construção, em madeira. Um belo exemplo é o modelo 2397, da JBL.



Passo a descrever as dimensões de uma corneta com lente acústica, de meu projeto (meu mesmo), para obter os mesmos resultados da mencionada 2395 da JBL. Você pode construí-la sem medo e adaptá-la a um *driver* importado ou nacional, usando-a para sua caixa de monitor ou mesmo para sonorizar o PA na região próxima do palco, onde nada será melhor em desempenho. Será um pioneiro no Brasil a fazer isso. As dimensões estão na figura 10, para a corneta, e na figura 11 para cada lâmina da lente. As lâminas são iguais no recorte, sendo duas delas, as externas, um pouco maiores,

para formar uma dobra. A figura 12 mostra a montagem do conjunto, além dos ângulos e espaços entre as lâminas.

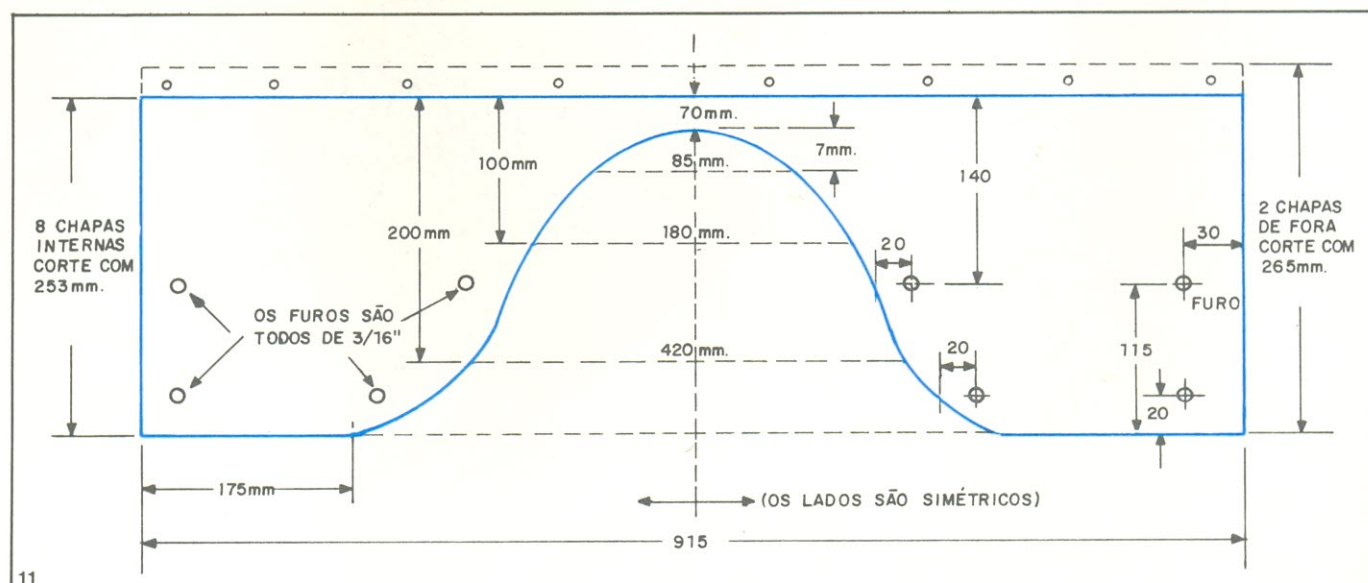
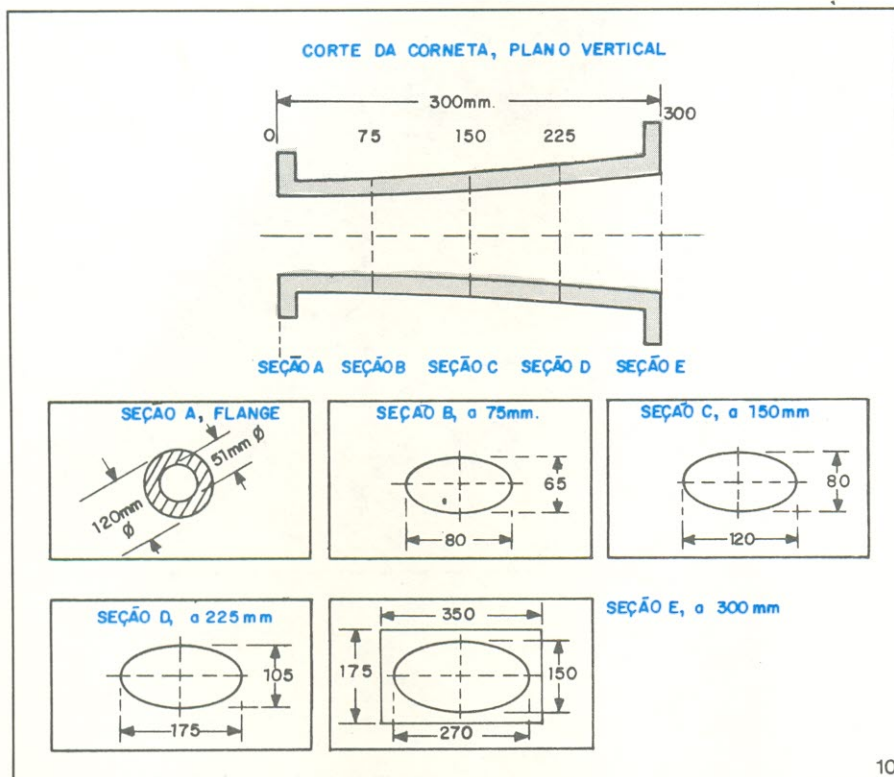
As dimensões da figura 10 foram calculadas por mim com base uma progressão exponencial, onde a área da seção dobra a cada 7,3 cm, o suficiente para uma boa reprodução de 500 Hz em diante. Os diâmetros, a cada 7,3 cm, foram achatados em elipses com área aproximadamente igual, como as da figura 10. Se desejar maior exatidão, para refazer as elipses, os raios exatos para as seções circulares de áreas equivalentes serão:

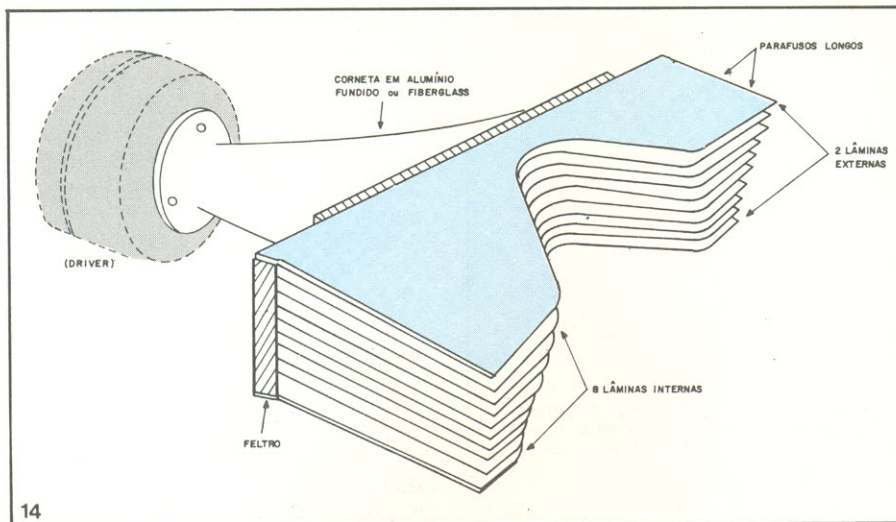
R0 = garganta = 25,4 mm
R1, a 7,3 cm da garganta = 36 mm
R2, a 14,6 cm da garganta = 50,4 mm
R3, a 21,9 cm da garganta = 72 mm
R4, a 29,2 cm da garganta = 101,5 mm
R5, que já é a boca maior da corneta, a 30 cm da garganta (ou boca menor) = 112 mm

O modelo da corneta deverá ser feito em madeira ou gesso, aplicado com faixas gessadas sobre uma armação de arame e, depois, fundida em alumínio, na quantidade de peças desejadas, ou então em fibra de vidro (o alumínio é melhor por absorver muito menos energia sonora e não provocar distorções). Todo o trabalho compensará muito, e espero ver as cornetas e lentes deste projeto nos palcos brasileiros em breve.

O material para a confecção artesanal de um par de cornetas com as lentes é o seguinte:

- 16 parafusos de ferro 3/16", cabeça sextavada, se possível com o comprimento exato de 152 mm, ou maiores, e com rosca a pelo menos 152 mm, menos 10 mm;
- 16 ou mais porcas boas, torneadas, de 3/16";
- Um tubo de alumínio com 3/16" de diâmetro interno passante, parede de 1 mm ou mais, comprimento de 2,5 m (pode ser cortado ao meio para facilitar o transporte da loja ao local de confecção);
- 1 m de feltro preto, com 2 mm de espessura;
- Um tubo ou latinha de cola de fórmica ou equivalente;
- 5 chapas (uma para servir de modelo) de alumínio duro, de aproximadamente 2,5 mm de espessura, cortadas em 915 x 265 mm;
- 16 chapas de 2,5 mm de espessura, de alumínio, cortadas em 915 x 253 mm;





seriam necessárias 5 caixas com 5 cornetas convencionais de $90 \times 40^\circ$ de irradiação sonora. Imagine o atravancamento, sem falar no defasamento das frequências e conseqüente péssima resposta! Isso, no entanto, já seria superior ao normal encontrado por aí. Costuma-se usar baterias de pequenas cornetas nacionais, em caixas para chão de palco, e muitas vezes apenas falantes *full-range*, coitados, são incumbidos da tarefa impossível. Sua radiação cônica é irregular, variando conforme a frequência, e o SPL do melhor falante de 15" nacional fica lá pelos 106 dB a 1 m, com 75 W, e isso apenas numa região bem de frente para o cone e numa restrita faixa de frequências de 200 Hz a 2 kHz, com muito favor. Mesmo o falante importado tem quase as mesmas características de irradiação, entregando apenas um SPL maior, sem resolver em absoluto o problema. O problema é mais de grande dispersão sonora a um bom SPL, e menos de SPL máximo em uma só posição.

Duas caixas assim!...

Não só de lentes acústicas vivem as caixas de monitor. É preciso reproduzir os graves e, para atingir os 129 dB ou, pelo menos, os 126 dB, vejamos o seguinte: o alto-falante mais eficiente de 15", um JBL 2220, produz um SPL de 101 dB a 1 m, entre 100 e 500 Hz, com 1 W. O K-130, mesmo falante com domo metálico, para a linha de instrumentos musicais, produz mais SPL, mas medido em outra faixa de frequências, mais fácil de reproduzir.

Para 100 W máximos de programa aplicados, o SPL a 1 m seria 121 dB, insuficiente, pois, para bem acompanhar a corneta + lente, mesmo com os *drivers* 2441 ou 2440, já que estes entregam, a 60 W máximos de programa, como foi visto, apenas 126 dB SPL. Para obter os 5 dB faltantes e, por-

tanto, praticamente quatro vezes a potência, será necessário usar um par desses alto-falantes. O SPL subirá 6 dB nos graves, até 300 Hz, e menos daí em diante, mas nunca menos de 3 dB. Temos 3 dB a mais já pela potência elétrica duplicada (agora possível) de 200 W, e mais 3 dB pelo acoplamento acústico dos cones, nas frequências mais baixas. O resultado geral será uma caixa capaz de produzir 126 dB SPL de programa na área desejada, em frequências de 100 Hz a 12 kHz, pelo menos. Um ultratweeter JBL modelo 2405 fará o serviço de ajudar nas altas frequências, até 21 kHz, por caixa (alguns dB abaixo, é claro), e as frequências abaixo de 100 Hz (pelo menos os sólidos 50 Hz), serão reforçadas por um *bass-reflex* bem sintonizado, conforme expliquei no artigo anterior (Sonorização de Ambientes Residenciais), e vou repetir aqui. Os neófitos, crentes no mito "resposta plana de 20 Hz a 20 kHz", saibam: não há jeito de conseguir, por enquanto, tais características numa caixa desse tamanho, e sem o uso de dinamite, nem elas são importantes como o SPL e a cobertura na faixa de 100 Hz a 12 kHz.

O projeto da caixa em si não é difícil, sendo necessário manter a capacidade interna cúbica livre para o par de alto-falantes de 15" modelo 2220 (ou K-130) da JBL, dentro de 340 a 562 litros, mas de preferência a mais próximo de 340. Isto serve também para falantes nacionais com suspensão do cone, para uso em *bass-reflex*.

Você mesmo poderá projetar as duas caixas iguais, da seguinte maneira: Monte as cornetas e coloque os *drivers*, formando o conjunto corneta, lente, *driver* de altas frequências completo. Compre 2 alto-falantes de 15" para cada caixa. Tome um papel e desenhe a linha horizontal, representan-

do o chão do palco, e uma vertical, representando o músico em pé; tome uma distância de 1,5 m para a posição do ouvido do músico marque na vertical, com a devida redução nas proporções de seu desenho; tome outra distância, esta de 2 m, à frente do pé do músico, e marque na horizontal. Faça centro com um compasso no ponto do ouvido do músico (com cuidado para não furar seu tímpano, deixando para ter esse prazer com as próprias lentes acústicas), e apoie o grafite na linha horizontal, no ponto a 2 m do músico; gire o compasso para cima e terá uma curva com os pontos equidistantes do ouvido do músico.

Deixe de lado esse papel e desenhe em outro as dimensões mínimas suficientes para acomodar os dois alto-falantes de 15", a lente acústica e o ultra-tweeter num mesmo *baffle* (chapa de compensado). Nesse mesmo papel desenhe o conjunto de alto-falantes e a lente acústica, com o *driver* instalado, visto de lado e preso à tábua. Recorte esse segundo desenho, o da vista lateral, e coloque-o sobre o círculo traçado pelo compasso na primeira folha de papel. Encontre a posição ideal para dirigir os eixos imaginários dos alto-falantes ao ouvido do músico, na linha vertical (riscada bem firme para ele não poder fugir dali ao ver os alto-falantes à sua frente). Acomode o recorte de forma a não deixar a parte de trás do *driver* de altas frequências e dos alto-falantes encostarem no fundo da caixa, paralelo ao chão, e acima deste na medida da espessura da madeira, que deve de 15 mm de espessura, no mínimo, e compensada, jamais aglomerada. Fibra de vidro, para quem sabe usar, dá ótimos resultados em caixas para monitor, em sanduíches com lâminas de balsa (vide modelos da fábrica Community Light and Sound, Inc. — Philadelphia PA: 19146 — 215 AC 468-2001 — USA). Fibra de vidro, para quem não sabe usar, é uma tristeza.

Trace agora uma caixa envolvente, vista de lado, usando o máximo de ângulos retos, isto é, dois na parte superior, para facilitar a montagem, e levando em consideração o volume da caixa. Se não quiser ter esse trabalho, procure-me, ache-me, e o farei para você. Mas o divertido é fazer você mesmo!

Como os falantes são presos pela frente, a caixa não terá peças móveis e deverá ter todas as juntas coladas, parafusadas a cada 10 cm e reforçadas por dentro com sarrafos. Qualquer superfície livre com mais de 30 cm deverá ser amortecida internamente com sarrafo colado e parafusado por dentro, para evitar ressonâncias da madeira. Como você vai fazer ou já fez uma lente acústica bem mais difícil, não vai

precisar de mais instruções quanto à construção da caixa. Não desrespeitei sua habilidade com mais detalhes. Convém lembrar, no entanto, de reservar lugar para o divisor passivo, se pretender usá-lo. Não obstruir os lados das lâminas da lente acústica é essencial e convém ainda fazer uma tampa para cobrir toda a frente da caixa e as lâminas da lente, durante o transporte. Um rebaixo para o conector do amplificador de potência, de preferência Pial, de 4 pinos, deve ser feito atrás da caixa. Não convém usar configuração lateral triangular para a caixa; é mais

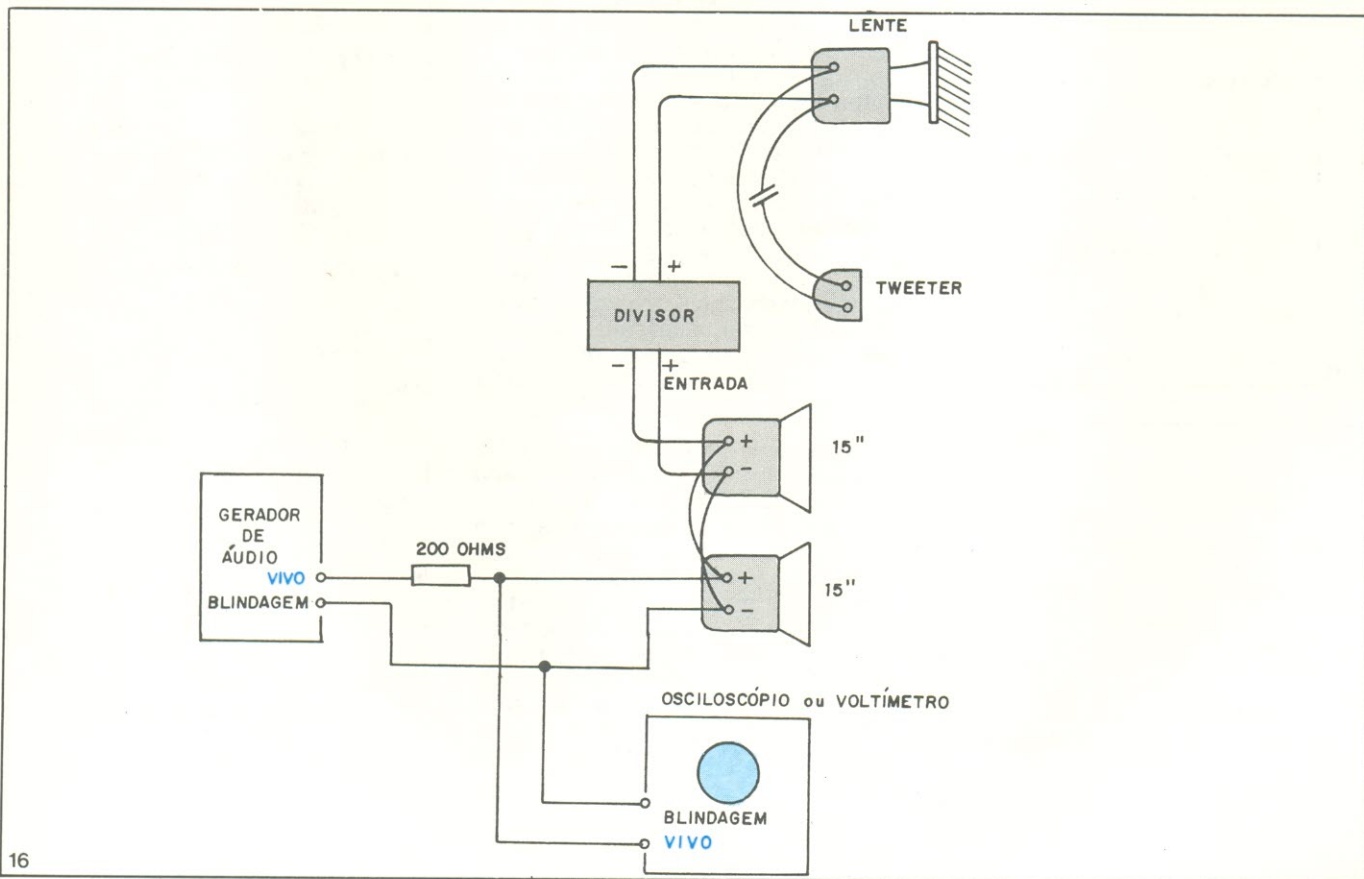
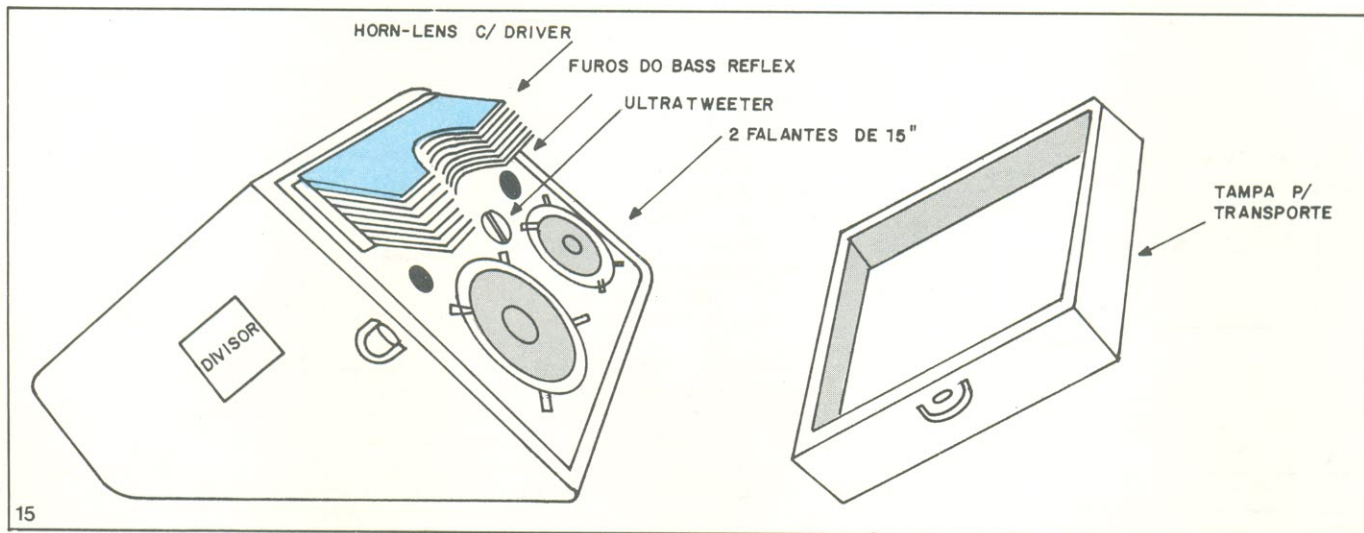
simples, porém excessivamente volumosa. A vista da caixa acabada aparece na figura 15.

Todo o interior deve ser forrado com lã de vidro da mais densa e 5 cm de espessura, colada às paredes. Após instalados os falantes, a lente com o *driver*, o ultratweeter e o divisor passivo, caso deseje usá-lo, você deverá sintonizar o *bass-reflex*. Para isso, vou repetir o essencial das instruções já dadas no artigo anterior, tornando este aqui mais completo e auto-suficiente, pois, como você, aprendi a odiar os autores do "veja o número an-

terior..." O "continua no próximo número" sou obrigado a usar, mas isto você perdoa, não é?

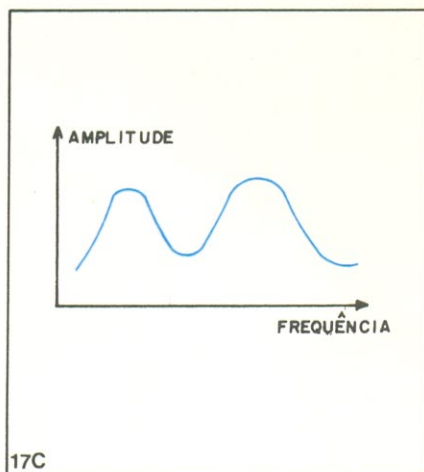
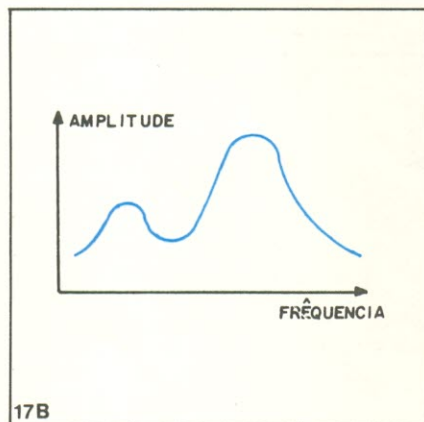
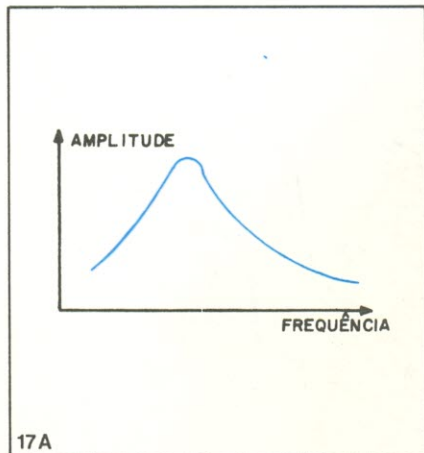
Sintonia do bass-reflex

Utiliza-se aqui um processo simplíssimo. Ligue um gerador de áudio, um osciloscópio ou um voltímetro sensível e um resistor à caixa de som, conforme a figura 16. Pode ser diretamente aos falantes de 15", já interconectados, ou à entrada do divisor passivo, seja o da figura 16 ou o da figura 18e.



Se o gerador não tem baixa impedância de saída, pode-se ligar um amplificador de potência entre ele e o resistor de 200 ohms; mas um amplificador com resposta plana desde os 5 Hz, pelo menos, deverá compensar a resposta desse outro amplificador, nos cálculos apresentados a seguir.

Na entrada do divisor ou nos falantes de 15" meça a tensão a uma frequência de 100 Hz e vá medindo a cada valor, desde os 10 Hz (ou menos) até 100 Hz. Coloque os resultados num gráfico e terá uma curva como a da figura 17a.



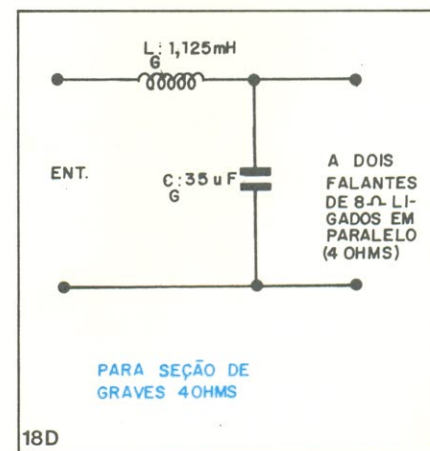
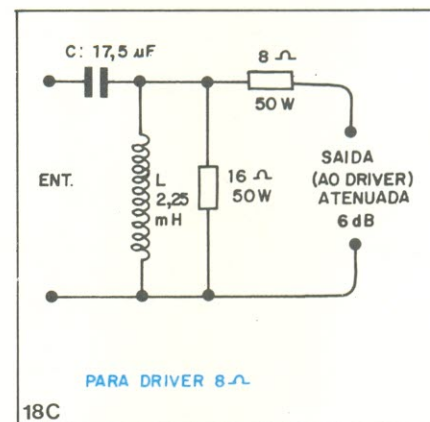
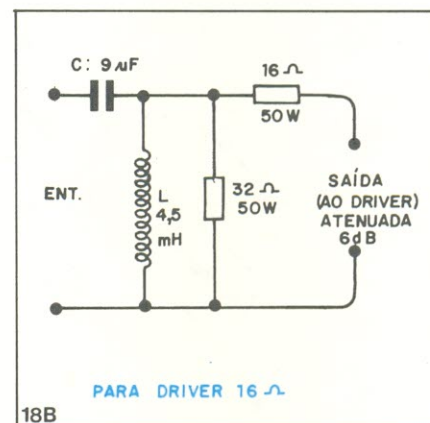
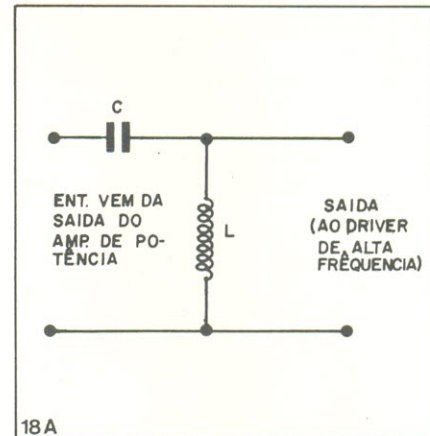
Faça uma perfuração pequena, em cada lado da frente da caixa, na tábua onde estão os alto-falantes, dispostos simetricamente como no desenho da figura 15, onde estão indicados como "furos do *bass-reflex*". A posição não é crítica, mas não perfure da primeira vez diâmetros além de 3 cm em cada lado, traçando novas curvas a cada perfuração, e aumentando o diâmetro dos furos aos poucos, até onde for necessário. Curvas como as da figura 17b serão obtidas, começando a crescer um novo pico na região dos graves sub-sônicos, ao redor de 10 a 20 Hz.

Quando, ao aumentar o diâmetro dos furos, os dois picos estiverem iguais, a caixa estará sintonizada. Leve em consideração, antes de fazer os furos, o erro de resposta do gerador, medindo-o com o osciloscópio ou voltímetro, e também o erro desses instrumentos, traçando uma curva "plana" com um deles ligado diretamente ao outro. Desconte o erro das medições de amplitude dos picos medidos, no circuito da figura 16. Seja exato, criterioso, e terá sua recompensa.

Se o diâmetro dos furos ficar muito pequeno, a caixa estará sintonizada mesmo assim, nas áreas pequenas de furos em relação à dos cones dos falantes, mesmo sintonizados corretamente, não dão carga acústica suficiente. Áreas ideais serão aquelas de 8 cm ou mais de diâmetro, para cada furo. As que ficarem menores terão necessidade de dutos, que não bichos de 7 cabeças, mas de 2 apenas. Dois dutos de PVC ou de papelão rígido servirão e quanto maior seu comprimento, maior pode ser o diâmetro para uma dada frequência de sintonia. Com dutos maiores, você poderá aumentar o diâmetro dos furos e chegar a melhores resultados, no objetivo de amortecer os alto-falantes na região de sua ressonância, motivo da sintonia da caixa ser necessária. Não chegue com os dutos, porém, a distâncias próximas do fundo da caixa; a mínima é 1/3 da profundidade.

A sintonia é feita de maneira idêntica à dos furos: vá ponto dutos cada vez maiores e mantendo a curva com dois picos iguais. Pode começar com dutos grandes e ir serrando, mas cuidado para não ultrapassar a medida permissível, quanto à distância do fundo da caixa. Em caso de erro poderão ficar, um pouquinho só, para fora da caixa. Podem ser curvados também, usando canos de PVC em ângulo, para resolver casos de medidas mais longas. Eu os tenho usado assim e ficam ótimos.

A esta altura, você deve estar preocupado com o divisor passivo, não? Pois vamos a ele!



O divisor passivo

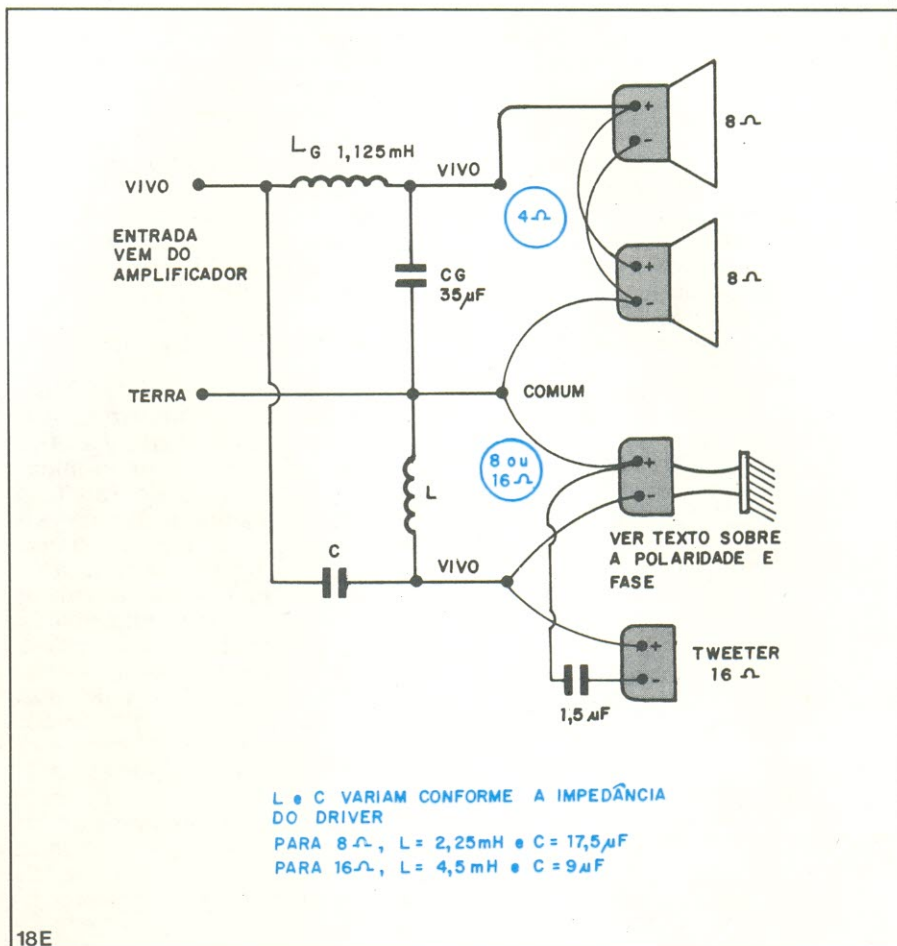
Em meus artigos anteriores mostrei a enorme superioridade do divisor ativo eletrônico e do sistema de bi-amplificação sobre o sistema de divisor passivo. Muita gente prefere usar, justamente no sistema de monitor, por achá-lo indigno de maior atenção, um divisor passivo, quando deveria ser o contrário. Seja como for, vamos entrar na onda e expor, pelo menos, um excelente divisor passivo, de 12 dB/8ª. Os divisores ativos ficarão para quando o nível da média dos sistemas nacionais atingir o apresentado neste artigo. Para os mais sequeiros, eu e talvez alguns técnicos dedicados podem produzir, sob encomenda, um divisor ativo realmente bom, com *boosters* (reforçadores) de 600 ohms nas saídas. Importados existem diversos, sendo o do JBL uma ótima escolha.

Divisores passivos tem problemas. Um deles é a distorção causada pelo uso de núcleos de ferrite ou material magnético no interior das bobinas, para torná-las menores e mais baratas. Os núcleos saturam-se, as bobinas de fio fininho queimam-se quando há alta potência envolvida; eis um motivo de existirem Divisores e divisores...

Nosso divisor não queima, não distorce e é robusto, podendo aceitar potências elevadíssimas, anormais até, sem chegar a senti-las. O segredo é usar bobinas com núcleo de ar, sem ferrite, e grandes o suficiente para terem a indutância correta. Passo a descrever a confecção de um divisor passivo para frequências de corte de 800 Hz, ideal para nossa caixa.

Não é interessante usar uma divisão convencional nesse tipo de caixa, deixando passar toda a faixa de frequências pelo divisor e dentro dele dividi-la em duas seções, uma de graves até 800 Hz e outra de agudos, de 800 Hz para cima. Por vários motivos, prefiro deixar as frequências irem "planas" diretamente aos falantes de 15", ligados em paralelo, e usar o divisor como separador de altas frequências, atendendo apenas ao *driver* da corneta de agudos e ao *tweeter*.

Um deles é a segurança de, no caso de queima do diafragma do *driver*, não ficar o músico sem nenhuma alta frequência no monitor — elas continuarão a ser reproduzidas, em parte, pelos falantes de graves. Os próprios falantes de graves tem impedância suficientemente elevada, em altas frequências, para não carregar em demasia bons amplificadores, quando ligados da maneira aqui descrita, em paralelo com o divisor. O custo do divisor é reduzido pela metade, bem como seu peso e tamanho, sem com isso colocarmos um objetivo secundário como prioridade em relação ao primário, ou seja, o som. As deficiências de respos-



ta existirão, dada a múltipla fonte de altas frequências, mas a eficiência e dispersão da lente acústica compensará em grande parte esse mal.

O divisor não se torna crítico para o ajuste e projeto como seria se trabalhasse com potência elevada em baixa impedância, nos graves, e com potência menor em impedância mais alta, nos agudos. O desvio geral de fase no ponto de *crossover* é menor e mais suave a transição. Os falantes suportam perfeitamente a potência extra de alta frequência. A eficiência final é maior.

Para superar esse sistema, ao invés de projetar divisores complexos, prefiro mil vezes partir para o divisor eletrônico e a bi-amplificação. O esquema do divisor é visto na figura 18a.

Para *drivers* mais fracos, ou para proteger os *drivers* recomendados, pode ser colocado um atenuador, mantendo a impedância do sistema e a curva de atenuação de baixas frequências, além de reduzir a potência enviada ao *driver* em até 6 dB.

Veja a figura 18a para *drivers* de 16 ohms e a figura 18b para *drivers* de 8 ohms (os indicados, da JBL, tem 16 ohms; os nacionais e Altec, geralmente 8 ohms). Apresento dois projetos, um para *drivers* de 16 ohms e outro pa-

ra os de 8 ohms. A figura 19a mostra a forma para a bobina do divisor, para o caso de 16 ohms; a figura 19b mostra a forma para a bobina do divisor de 8 ohms.

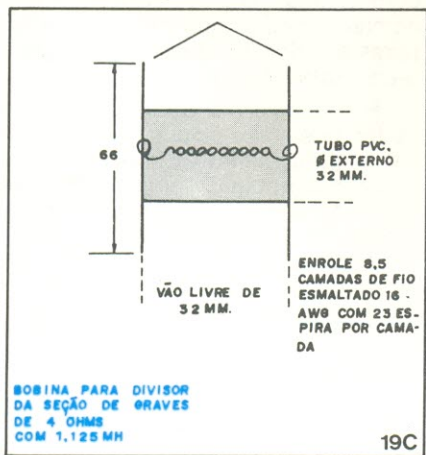
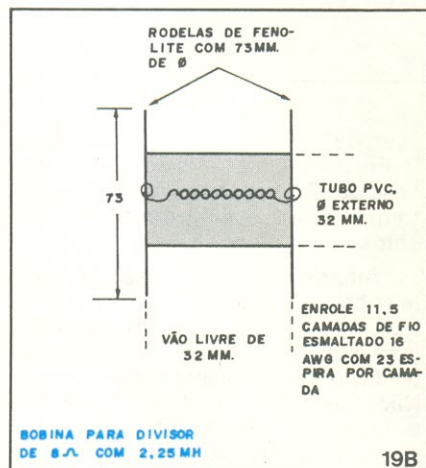
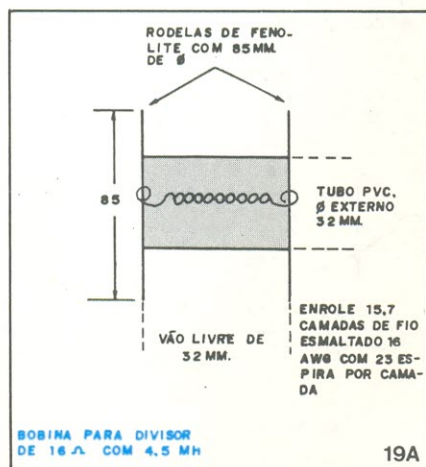
Amarre e cole as rodela de fenolite sobre o pedaço de tubo de PVC, cortado em 32 mm de comprimento e com diâmetro externo de 32 mm, usando fio de cobre esmaltado e torcido. **Não use** parafusos de ferro (de latão pode), para não perturbar o campo magnético, não alterar a indutância e evitar a distorção. Enrole as espiras com cuidado, obedecendo o número de camadas indicado na figura. Quanto mais perfeição, menor a distorção e mais exata a frequência de corte.

Faça o fio entrar e sair por furinhos no fenolite e fixe na posição ao terminar o enrolamento. É importante impregnar as bobinas com espermacete derretido, epóxi, ou qualquer material isolante e resistente a vibrações, para evitar distorção gerada pela vibração das espiras.

Quanto aos capacitores, use-os em número suficiente para chegar à capacidade recomendada na figura (todos em paralelo), e com tensão de isolamento de pelo menos 70 V. Não use capacitores eletrolíticos ou qualquer

tipo polarizado, mesmo ligados em oposição, pois causam problemas, são imprecisos e podem destruir o diafragma do *driver*. Um capacitor não polarizado, de poliéster (mylar) ou equivalente é o ideal.

A fixação dos componentes fica a seu critério, mas não utilize ferro em nenhuma parte do sistema. Use alumínio, barbante, saliva, couro, fita crepe, como quiser, e prenda o divisor firmemente dentro da caixa. Parafusos de ferro não interferirão, caso estejam longe de bobina uns 5 cm ou mais.



O capacitor para a conexão do ultratweeter, se usar o JBL 2405, será de 1,5 µF, 70 V mínimos, de poliéster, e ficará como mostra a figura 16. Ele cortará os "graves" a partir e abaixo dos 9 kHz, tenuando 3 dB nesse ponto e 6 dB/8ª daí para baixo, o que casa exatamente com a curva de resposta do *driver* 2440, formando um *crossover* perfeito e natural, sem a necessidade de cortar as altas frequências para esse *driver* em particular.

O divisor passivo para o perfeccionista

Tenho experiência, sou leitor também como você e, muitas vezes, quando discordo do autor quanto a uma solução adotada, acho o artigo inteiro uma droga e o autor, outra. Para fazer você gostar do artigo e de mim também, vou apresentar agora um divisor completo, com uma seção de 12 dB/8ª para agudos, isto é, a mesmíssima do divisor anterior, mas também com uma seção de 12 dB/8ª para os graves, o "divisor complexo"... Assim, atendo às "carências afetivas" de todos nós.

A seção de agudos corta em 800 Hz, para drivers de 8 ou 16 ohms, e você fará essa seção seguindo as instruções já fornecidas; é exatamente igual. A seção de graves também corta em 800 Hz, mas para o par de falantes de 8 ohms ligados em paralelo, totalizando 4 ohms; a seção de graves do divisor é agora projetada para 4 ohms.

O resultado será uma resposta plana, somando-se a seção de graves à de agudos, com as devidas ressalvas já apresentadas em artigos anteriores, quanto à fase na região de *crossover*; é uma problemática de qualquer divisor passivo existente, porém solucionável com o uso de mais um falante e de uma seção de médios, com saídas de 6 dB/8ª, centrada na mesma frequência do *crossover* das duas outras. Mas isto foge a este tipo de projeto, pois o monitor fica grande demais e a seção dos médios não acompanha o SPL das duas outras seções com nenhum falante existente e ficaria inútil.

A colocação em fase seguiria as mesmas indicações apresentadas no próximo subtítulo (colocação em fase), neste mesmo artigo.

A figura 19c mostra a forma da bobina para o divisor de graves de 4 ohms.

A figura 18d mostra o circuito da seção de graves do divisor. A figura 18e mostra o circuito do divisor completo, com as duas seções interligadas, para o perfeccionista...

Colocação em fase

Chegados a este ponto, falta algo importantíssimo para darmos vida à caixa para chão de palco: é a colocação em fase dos diversos transdutores

entre si. O melhor método é ignorar as regras e usar o teste auditivo, pois são muitas as variáveis no caso do divisor passivo. Mesmo no caso do divisor ativo, os cálculos só serão precisos se você respeitar, ao projetar a caixa, distâncias de 1/4 de comprimento de onda da frequência de corte do divisor, entre a bobina móvel do *driver* e as dos alto-falantes no plano dessas bobinas. Como os divisores eletrônicos de 12 dB/8ª invertem a fase no ponto de corte entre as altas e as baixas frequências, você deverá inverter as ligações nos terminais dos *drivers*, caso estes sejam JBL, e também as dos alto-falantes; tudo isso, supondo serem idênticos os amplificadores de potência.

Não use divisores de 18 dB/8ª; eles comecem os transientes! Com falantes Altec, Gauss e Novik, a inversão não deve ser feita, pois já são invertidos em relação aos JBL. Com outros falantes, faça o teste da pilha; se não souber fazê-lo e em qualquer hipótese, mesmo sabendo, prefira completar tudo com o teste auditivo, ou apenas use este último e estará bem encaminhado.

Ligado o *driver* da corneta e o *tweeter* ao amplificador, via divisor passivo, fique de frente para a caixa e peça a alguém o favor de inverter os fios do *tweeter*, previamente deixados fora da caixa para esse fim, e com cuidado para não os por em curto; poucos amplificadores aceitam esse mau trato. Ligue baixinho um programa musical contendo alta frequência e ouça a diferença com a inversão dos fios. O som mais forte e direto é o certo. Fixe os fios nessa posição.

Ligue agora os falantes de graves, já conectados em paralelo e em fase entre si (+ com + e - com -), ao divisor, como na figura 16 ou 18 e, peça ao auxiliar para inverter os fios da saída de altas frequências do divisor, já deixados fora da caixa para esse fim. A posição de maior volume sonoro e som bem dirigido é a certa; quando fora de fase, o som parece vir de direções indefinidas, passeando ao redor da cabeça, podendo aparecer distorção, vinda do diafragma do *driver* inversamente carregado pelos alto-falantes de graves. Cuidado, pois, em não usar potência elevada; um erro na colocação em fase não pode ser compensado com equalização, pois esta força mais ainda os falantes contra os *drivers* e resulta na destruição destes últimos, em seus diafragmas.

Movimente a cabeça e repita os testes. Colocar a cabeça de lado, para ouvir mais a lente com um ouvido e os falantes com o outro é excelente idéia e mostra bem a posição da fonte sonora, se definida ou não. Você logo aprenderá a reconhecer o som em fase; concentre-se como no início do artigo e perceberá tudo e até mais

ainda... A fase do ultratweeter não causa problemas e pode ser pouco reconhecível. Nos *drivers* e alto-falantes tem de ser respeitada.

Muitas fábricas usam o recurso de inverter a fase, isto é, deixá-la invertida pela própria natureza do divisor de frequências, na região do *crossover*, para evitar picos na resposta quando projetam suas caixas acústicas. Não concordo com esse método, já que ele põe em risco os alto-falantes e não permite a equalização; em nosso caso, dada a alta potência envolvida, é pior ideia ainda. As irregularidades na resposta, estando tudo em fase na frequência de *crossover*, serão compensadas com equalização. Avançar um pouco a frequência de corte do *driver* também é boa ideia.

Se já pintou sua caixa, colocou tela de proteção metálica, repuxada, em frente aos falantes, alças, fechos e ripas de deslizamento, ela está pronta, finalmente. Não use rodinhas, nem espaçamento, pelo menos sob a caixa. Se tiver de usá-las, ponha-as de lado e vire a caixa para transportá-la. O melhor mesmo é carrinho de mão ou pura força muscular para mover equipamento.

Caixas laterais

Descrevi uma excelente caixa para ser usada no chão, em frente ao musi-

co. Sendo usada lente acústica, um par dessas caixas atenderá muito bem toda a frente do palco, num retângulo e 8 por 3 metros, com 120 dB ou mais SPL, e pouca necessidade haverá de caixas laterais, em muitos casos e conforme o palco. Mesmo assim, façamos novo mergulho no interior de nossa visualização e recordemos nosso show do início de nosso artigo.

Já a meio do show, estamos numa batida ritmada, onde o contrabaixo e o bumbo se complementam e o "contratempo" da caixa é bem marcado.

Olhe para a caixa de monitor materializada à sua frente. Vê as esferas dos graves profundos do bumbo, em luz vermelha, qual bolhas concêntricas partindo dos falantes de 15" em sua direção? Vê o leque azul-violeta dos agudos da esteira e o verde dos médios da calha da caixa, saindo da lente acústica e abrindo-se pelo ar, a formar com a outra lente um retângulo fortemente luminoso de 8 por 3 metros? Venha tocando e dançando em minha direção e, junto comigo, para o canto do palco, no extremo do retângulo.

Não cante agora, apenas acompanhe a batida. Vê como os graves não se combinam bem aqui e falta *punch*? Vê como o vermelho se torna obscuro, fraco e marrom? Quase só o verde da calha aparece; falta bumbo e contra-

baixo. Eles estão altos mas falta clareza. O ar se torna gelatinoso e tolhe nosso movimento, provocando imagens estroboscópicas arritmicas.

Vamos fazer magia? Junte-se a mim, olhe para o canto do palco! Puxe comigo a batida, forçando acordes curtos e rápidos em sua guitarra! A luz vai se concentrando ali! Vai tomando forma, o ar agora violeta e límpido recebe novas vibrações e uma caixa diferente começa a surgir, em luz, som, tato, em um sentido único e completo, apenas conhecido por nós...

Agora! Uma pausa, um breque, e os acordes saem já de nossa nova companhia, criando uma região próxima ao canto do palco, onde sólidos graves nos permitem curtir a batida até as cristas de seus picos...

Você aponta o cabo da guitarra para o lado oposto do palco e, passando de raspão pelo contrabaixista a desviar-se sorrindo, um jato de luz cria a companhia gêmea de nossa última caixa, do lado de lá, além dos oito milhões de parsecs-metros. Não foi por seleção natural ou por acaso, apenas... Foi por desejo de ser, de propósito dentro da dimensão relativa; a contar o tempo, o espaço e o propósito, a criação desses novos prolongamentos, exatamente como criamos nossos pés e mãos em épocas remotas!

Voltamos rápido para o centro do palco e sentimos, mesmo aqui, um novo corpo nos graves, vermelho-vivos, a se unirem em esferas vindas dos quatro cantos da estável figura.

Deixemos a dimensão do show e voltemos aos nossos corpos físicos; eu ao manuscrito do artigo, você às páginas da Nova Eletrônica.

Um cafezinho para despertar? OK!

Está na hora de recordar e transformar em objetividade, em atualidade tocável por todos, nossas novas companhias, manifestando-as, produto das pontas subjetiva e objetiva da intuição e da razão, na ponta matéria, de uma figura perfeita.

Para nós tudo é fácil, como o foi para Gene Rodenberry criar McCoy, Spock e Kirk em sua maravilhosa *Enterprise*! Pois não somos Um só? Não somos donos do segredo da Força?

Vamos a ela, pois!

(conclui no próximo número)

Sua firma precisa dele!

Multímetro digital. Pelo mesmo preço de um analógico

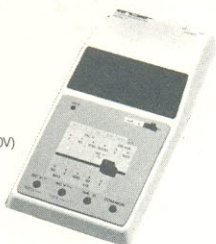
sinclair PDM 35

Um Multímetro digital que oferece todas as vantagens de um instrumento convencional mais as qualidades da tecnologia atual: precisão, alta resolução, alta impedância de entrada.

COMPARE-O COM OS ANALÓGICOS

CARACTERÍSTICAS:

- 3 1/2 dígitos
- Seleção de polaridade automática
- Precisão de 1% da leitura
- Indicação automática de sobrecarga
- Alimentação: baterias de 9 volts ou adaptador CA (117V ou 220V)
- Alcances:
 - 1 mV a 1000 VCC em 4 faixas c/ 10 Mohms de impedância de entrada
 - 1V a 1000V CA de 40 Hz a 5kHz
 - 1 nA a 200 mAACC em 6 faixas
 - 1 ohm a 200 Mohms em 5 faixas



INSTRUMENTOS ELÉTRICOS ENGRO S.A.

Matriz e Fábrica: Rua das Margaridas, 221 - Brooklin Paulista - S.P.
CEP 04704 - Caixa Postal 930 - Tel.: 1121197 ILE BR - Fone: 542-2511 (PABX).
Filial - Rio de Janeiro: Av. Franklin Roosevelt, 115 - cj. 403
4º andar - CEP 20000 - Fone: 220-7711

CASAMENTO ENTRE FITA E TAPE-DECK, PARA UM MELHOR DESEMPENHO DO SISTEMA DOLBY

Howard A. Roberson

Para que seu *tape-deck* tire total proveito do sistema Dolby que possui, é preciso adequar a fita utilizada a ele ou, nos equipamentos mais sofisticados, adaptar o sistema de redução de ruído à fita. Veja aqui como fazê-lo.

A introdução do sistema Dolby de redução de ruídos foi, sem dúvida, um dos maiores fatores do sucesso das fitas cassete. Mas, infelizmente, o desempenho dos equipamentos que utilizam ambos, fitas cassete e sistema Dolby, tem sido insatisfatório em muitos casos, devido ao "descasamento" entre o tipo de fita utilizado e os ajustes do circuito Dolby, em um *deck* em particular. Uma boa parcela do problema é devida ao fato dos fabricantes não informarem aos usuários, frequentemente, quais os tipos de fita adequados ao ajuste efetuado na redução de ruídos.

Vamos dar uma olhada nos elementos essenciais à calibração de um sistema Dolby. Na figura 1 temos os blocos das partes mais importantes, da forma como aparecem em vários *tape-decks*. Aquilo que se vê foi colo-

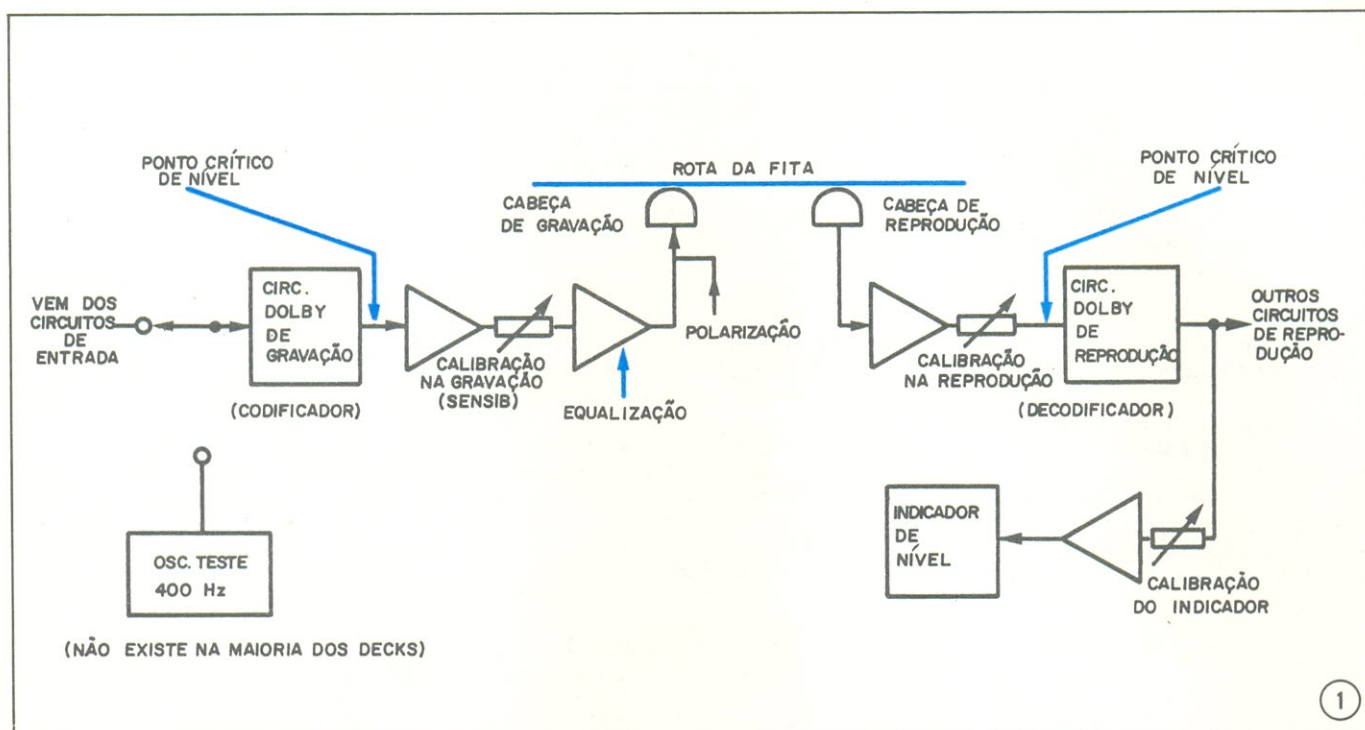
cado para fins de ilustração, como, por exemplo, as cabeças separadas de gravação e reprodução e o oscilador embutido de teste; vários outros elementos tal como o chaveamento para o indicador, não aparecem, para simplificar as coisas.

O codificador e o decodificador Dolby tem um desempenho correto quando recebem as tensões corretas. A saída do decodificador deve estar a uma certa tensão, em relação ao nível de referência Dolby (que o fabricante pode conseguir por meio de ajustes internos, se necessário), e a calibração do indicador é então ajustada para tal indicação. Assim, quando uma fita padronizada para nível Dolby (200 nWb/m a 400 Hz) é posta para tocar, a Calibração da reprodução recebe ajuste para a mesma indicação. A essa altura, a reprodução e a indicação estão calibra-

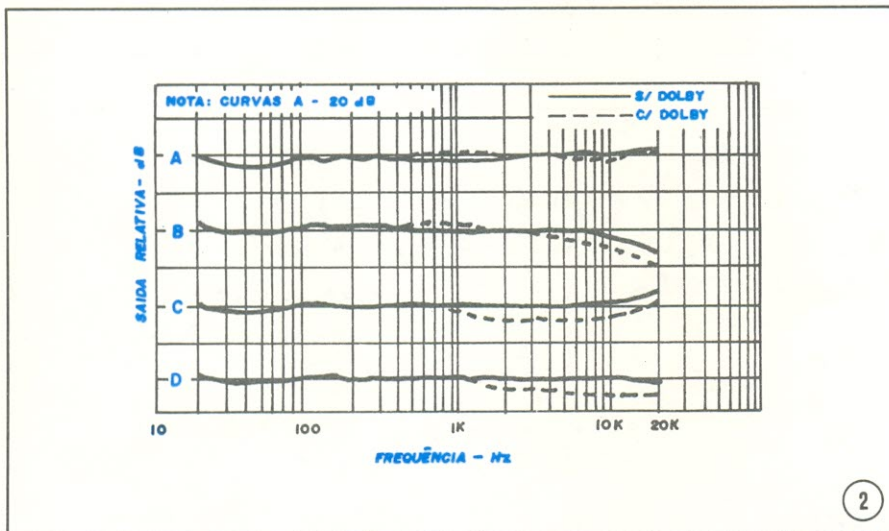
das; em outras palavras, a indicação e a decodificação estão adequadamente referenciadas em relação ao nível Dolby.

Os pontos críticos de nível, como indica a figura, localizam-se na entrada do decodificador (que é ajustada através da Calibração de reprodução) e na saída do codificador.

Para ajustar o codificador, os fabricantes empregam sinais especificados pela Dolby e efetua todos os ajustes necessários, que ficam em pontos inacessíveis ao usuário. E se existir um oscilador embutido de teste, ele deverá ser ajustado (internamente, no geral) para o nível correto de excitação, o que não implica no ajuste da função codificadora. Entre os dois pontos definidos como "críticos", na figura, existem alguns estágios amplificadores, as cabeças de gravação e reprodu-



Elementos essenciais na calibração do sistema Dolby de redução de ruídos.



Demonstração de como as várias polarizações e sensibilidades de gravação afetam a resposta em frequência. Em A, respostas com a polarização e sensibilidade de gravação casadas com a fita; em B, respostas com polarização excessiva; em C, respostas com a polarização correta, mas com a sensibilidade ajustada 3 dB abaixo do normal; e em D, respostas ocasionando uma queda de 2 dB e a sensibilidade ajustada 2 dB abaixo do normal.

ção, a rota da fita e a introdução de polarização e equalização. Podemos afirmar que, em geral, os amplificadores apresentam um ganho estável. O que varia, realmente, é o tipo de fita, com as conseqüentes mudanças na sensibilidade de gravação, na equalização e na polarização.

Quando os fabricantes dão os ajus-

tes finais no sistema Dolby dos decks que produzem, valem-se de uma série de padrões para cada fita, obtendo assim a melhor resposta em frequência e mantendo a relação de nível entre os dois pontos críticos. Esses mesmos requisitos podem ser aplicados a gravadores de duas cabeças, com uma só cabeça para gravação e reprodução,

onde as funções da cabeça e do circuito Dolby são chaveadas para a reprodução. Se o usuário do aparelho souber quais os padrões usados pelo fabricante para o ajuste, provavelmente obterá os melhores resultados seguindo a mesma linha (ou alguma outra com características aproximadas).

Caso sejam utilizados padrões diferentes, porém, os resultados poderão ser decepcionantes, se os requisitos de polarização e/ou a sensibilidade de gravação forem outros. Na figura 2 podemos apreciar respostas em frequência de 20 Hz a 20 kHz, demonstrando vários casos típicos. Na primeira dupla de curvas, a resposta com Dolby é quase a mesma daquela sem redução de ruídos. No segundo par de curvas, a polarização foi propositalmente elevada para causar uma queda de 3 dB a 15 kHz, sem a presença do sistema Dolby; conforme nos mostra a curva tracejada, a resposta com a presença de Dolby é mais pobre, sofrendo uma queda sensível acima dos 3 kHz.

No terceiro grupo de curvas, a polarização voltou ao ajuste original e o nível de gravação foi reduzido de 3 dB a 400 Hz; aqui o resultado é uma redução de 2 dB no nível, com o sistema Dolby, entre 2 e 10 kHz. E, finalmente, no último par de curvas, a polarização foi ajustada para uma redução de 2 dB em 15 kHz e a sensibilidade de gravação a 400 Hz foi levada a 2 dB abaixo do normal; neste caso presenciamos uma queda de 1,5 a 2 dB com a presença de Dolby e uma queda generalizada à me-

LABORATÓRIO DE EFEITOS LUMINOSOS

Termômetros, detectores de zero, tacômetros, indicadores de tensão da rede, luzes sequenciais, voltímetros com *extended range* e indicação de sobrecarga, etc. Esses são apenas alguns exemplos de aplicações possíveis com o Laboratório de Efeitos Luminosos.

Na verdade, este *kit* é mais simples do que possa parecer. Trata-se de um indicador de níveis de tensão formado por 10 comparadores, todos contidos num único integrado (o novo LM 3914), à saída dos quais são ligados 10 LEDs.

KITs NOVA ELETRÔNICA
para amadores e profissionais
À VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES

dida em que a frequência é elevada. As alterações da mudança para o sistema Dolby se fazem sentir com mais evidência nestes últimos dois casos: há uma visível queda de presença e vários sons musicais tornam-se "embaçados".

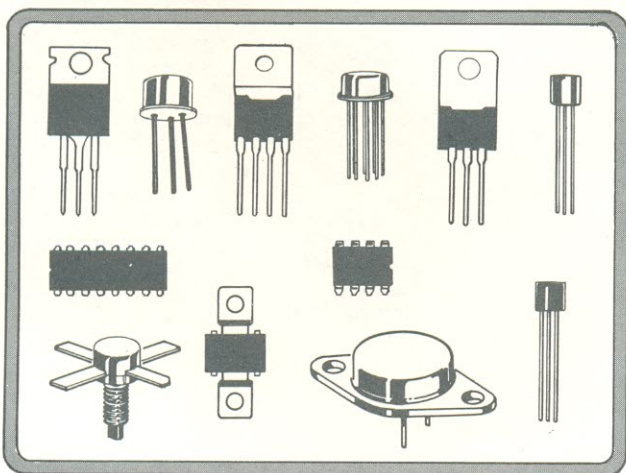
E então, o que pode fazer o usuário para minimizar tais efeitos? Antes de mais nada, se você é possuidor de um *deck* que permite ajuste e verificação da polarização ou da equalização, a calibragem da gravação ou da reprodução, use quantos controles houver para observar o desempenho do sistema Dolby de redução de ruídos. Mas vá com calma, porém, e mantenha-se atento às alterações que ocorrerem. Você pode chegar à conclusão, por exemplo, que melhores resultados serão obtidos somente com a mudança de fita. Não esqueça de que se for preciso verificar a calibração de gravação será necessário dispor de uma fita de teste com níveis Dolby. A verificação de deslocamentos indesejáveis na resposta, ao se incluir o circuito Dolby no sistema, torna-se mais fácil entre 20 e 25 dB abaixo do nível Dolby, pois qualquer desvio é imediatamente percebido e o sinal permanece bem acima do nível de ruído. Se você não puder dispor de fontes de sinais para teste, utilize-se de um receptor de FM, de onde se pode aproveitar a música e o ruído entre estações.

É mais difícil chegar a uma solução se o seu *deck* não possuir tais possibilidades de ajuste no painel frontal. Com alguma sorte, talvez o fabricante de seu aparelho tenha incluído, no manual de instruções, uma lista das fitas mais adequadas ao mesmo. Cuidado, porque se houver muito mais de umas poucas fitas na lista, ela é bastante suspeita. Infelizmente, os fabricantes hesitam em publicar os padrões utilizados nos ajustes, um medo que já deveriam ter deixado para trás.

Bem, resumindo e simplificando o que foi dito nos parágrafos anteriores, o leitor poderá concluir, acertadamente, que empregar uma fita que reproduza, a 400 Hz, o mesmo nível indicado na gravação significa "casamento" de sensibilidade de gravação (naturalmente, é preciso verificar a posição dos controles envolvidos). Nas fitas que passarem por esse teste aplica-se então um outro, de gravação/reprodução com música, a fim de selecionar as que fornecem um melhor casamento polarização/equalização, sem a presença do Dolby. Enfim, as fitas que sobreviverem a esse teste final deverão oferecer uma boa resposta em frequência, acrescida de baixo ruído na influência do sistema Dolby.

© - Copyright Audio

INTERTEC É A SOLUÇÃO !



FAIRCHILD



**National
Semiconductor**

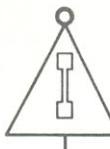
TRW

DISTRIBUIDORA: FAIRCHILD, TEXAS,
TRW, NATIONAL

ENDEREÇOS DE REPRESENTANTES

- RIO DE JANEIRO - JOSE BEHAR
R. República do Líbano, 46
Fone 224 7098
- PORTO ALEGRE - ANTONIO H. DARVIL
R. LUZITANA, 737

TELEX 1131280 IELT-BR



INTERTEC

**COMPONENTES
ELETRÔNICOS LTDA.**

RUA TAGIPURU, 235 - 11º AND. - C.J. 115 - SP - Tel. 670582 e 67 7663



engenharia

do PRANCHETA do PROJETISTA

Armazenando dados de computador com um gravador cassette

Richard Eckhardt
Instituto de Tecnologia de Massachusetts, Cambridge, Mass.

Dois simples circuitos de *interface* permitem que os dados provenientes de um teletipo sejam gravados e reproduzidos em gravadores cassette portáteis. Isto significa que um gravador convencional pode ser utilizado como um dispositivo compacto de armazenagem para minicomputadores, com uma máquina teletipo operando como único equipamento de entrada/saída. É convém lembrar, ainda, que uma fita cassette de 120 minutos retém tanta informação quanto 180 metros de fita de papel.

Os dados do teletipo são transmitidos a um ritmo de 10 caracteres por segundo (ou 110 bits por segundo), uma frequência bastante baixa para gravadores. Desse modo, os dados são convertidos em trens de pulsos, a uma frequência utilizável pelos gravadores. Durante a reprodução, os trens de pulsos são detectados e o formato original dos dados é reconstruído.

O circuito de interface entre o teletipo e o gravador (a) pode ser excitado diretamente pela saída da máquina ou pelos circuitos que excitam a mesma. O sinal de saída de um teletipo assemelha-se à abertura e fechamento de uma chave; nesse circuito de interface, essa forma de onda de chaveamento é filtrada, primeiramente, a fim de se remover as oscilações do sinal devidas aos contatos, e depois é empregada no acionamento de um oscilador a unijunção. Se, por acaso, for utilizado um excitador como dispositivo de

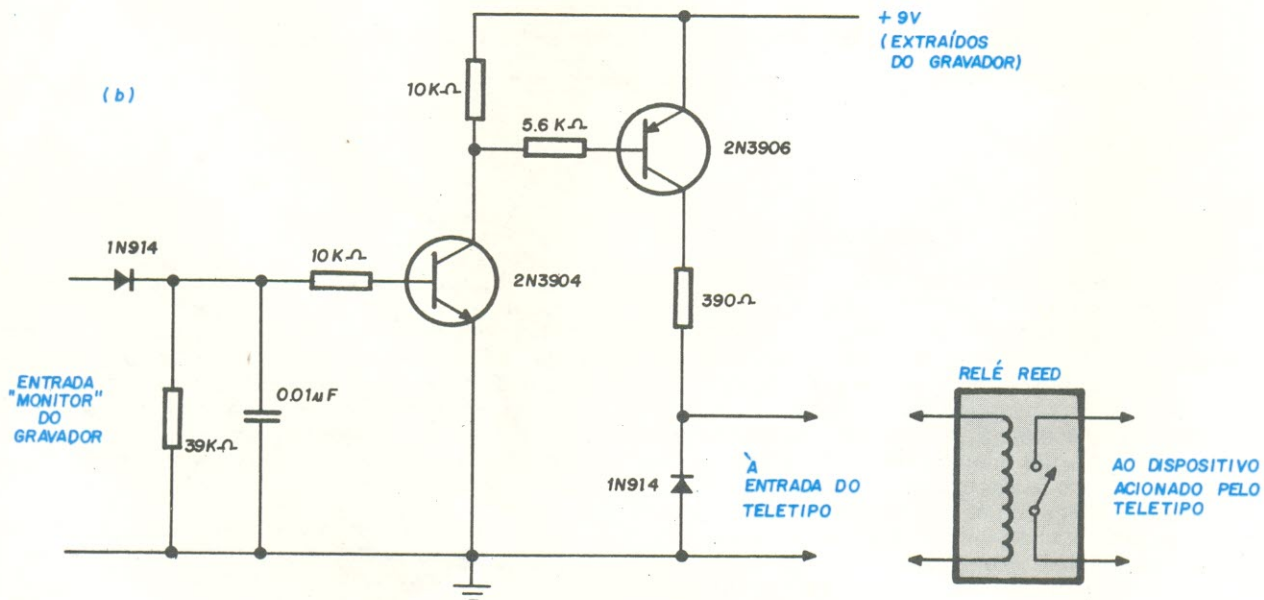
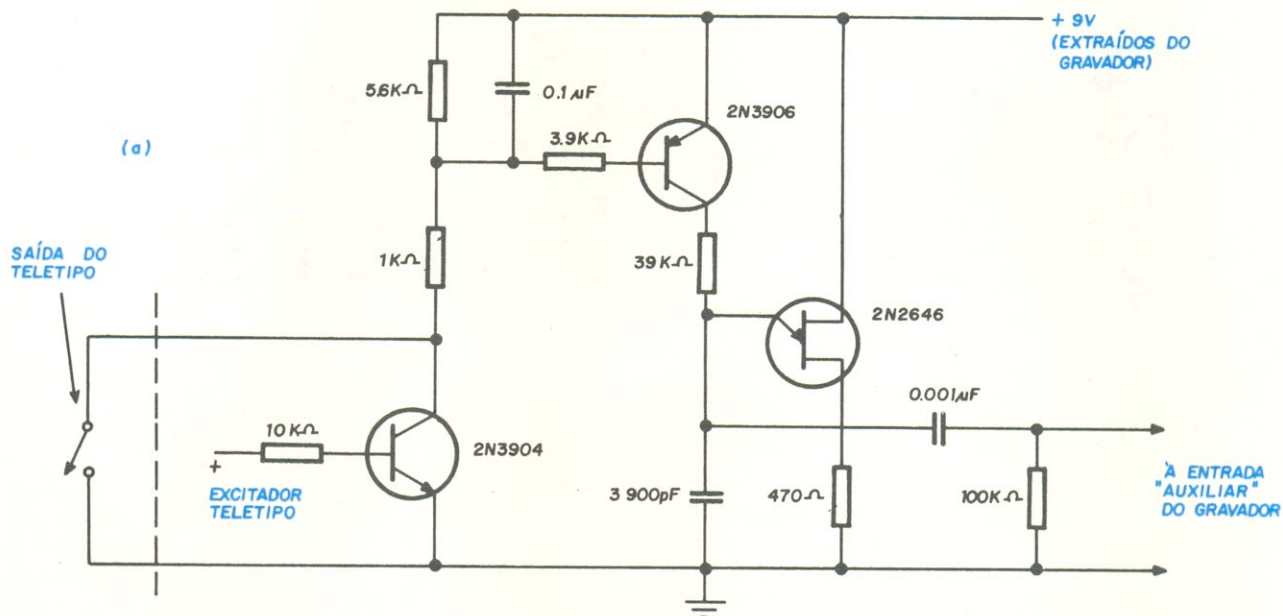
entrada, sua corrente vai ativar a base de um transistor que simula a ação de comutação do teletipo.

Na saída do circuito vamos ter uma onda dente-de-serra, com a frequência de 6 kHz, que será aplicada à entrada auxiliar do gravador (aquela entrada de alta impedância e baixa sensibilidade). Caso o gravador não disponha de uma entrada como essa, é possível simular uma colocando-se um resistor de 470 quilohms em série com a entrada para microfone.

O circuito de interface entre o gravador e o teletipo (b), detecta o sinal de saída do gravador, para depois retificá-lo e filtrá-lo, de modo que surja uma tensão positiva sempre que houver um sinal presente.

Um resistor de "sangria" foi instalado entre as duas linhas de saída do gravador, a fim de produzir a queda de tensão apropriada, quando o sinal é removido. Essa queda de tensão é então usada para ativar um excitador a dois transistores, que opera a máquina teletipo. A saída desse circuito detector pode também ser usada para acionar um relé *reed*, que produz movimentos de chave semelhantes aos de uma saída de teletipo.

Deve-se observar também que ambos os circuitos de interface são alimentados por 9 V, que na maior parte dos casos pode ser obtida das próprias pilhas do gravador. ►



Um econômico depósito de dados para minicomputadores — Estes circuitos de *interface* permitem que um gravador cassete comum grave e reproduza informações recebidas por teletipo. O circuito de gravação (a) pode ser excitado pelo próprio teletipo ou por um excitador apropriado. Da mesma forma, o circuito de reprodução (b) pode excitar diretamente o teletipo ou então através de um circuito adequado, a relê. A própria bateria (ou as próprias pilhas) do gravador pode alimentar os dois circuitos.

Circuito "T" em ponte seleciona a frequência de rejeição e a largura de banda em filtros

P.V. Ananda Mohan
Indústrias Telefônicas Indianas Ltda., Bangalore, Índia

Se um circuito "T" em ponte for utilizado em substituição à ponte de Wien, no filtro de rejeição proposto por Fellot¹, a largura de banda e a frequência poderão ser ajustadas independentemente. A rede "T" em ponte foi explorada anteriormente², como extensão de um trabalho realizado sobre filtros de rejeição tipo "T" paralelo e, como está demonstrado aqui, a técnica oferece um excelente meio de se confeccionar circuitos simples e versáteis.

R_N e R_Q constituem os ramos balanceadores do sistema "T" em ponte (onde A_1 é um *buffer* de ganho unitário), como se pode ver em (a). Nessa configuração, a função de transferência do circuito é:

$$e_0/e_i = [ns^2 + \omega_0^2] / [s^2 + 3(1-q)s\omega_0 + \omega_0^2]$$

onde n e q são selecionados por R_N e R_Q , respectivamente, e $\omega_0 = 1/RC$. Observe que $0 \leq n, q \leq 1$ e que a frequência de rejeição é $\omega_n = \omega_0/n^2$. Portanto, neste circuito ω_n será sempre igual ou maior que ω_0 .

A largura de banda é ajustada por intermédio de R_Q , e um Q_S superior a 100 poderá ser obtido com operacionais de alto ganho. De modo geral, Q_S será superior àquele conseguido com redes em "T" paralelas. A profundidade da rejeição é de pelo menos 50 dB, ao longo de toda a faixa de operação. R_N e R_Q devem ser apenas 10 vezes menores que R para fornecerem as características filtrantes anunciadas.

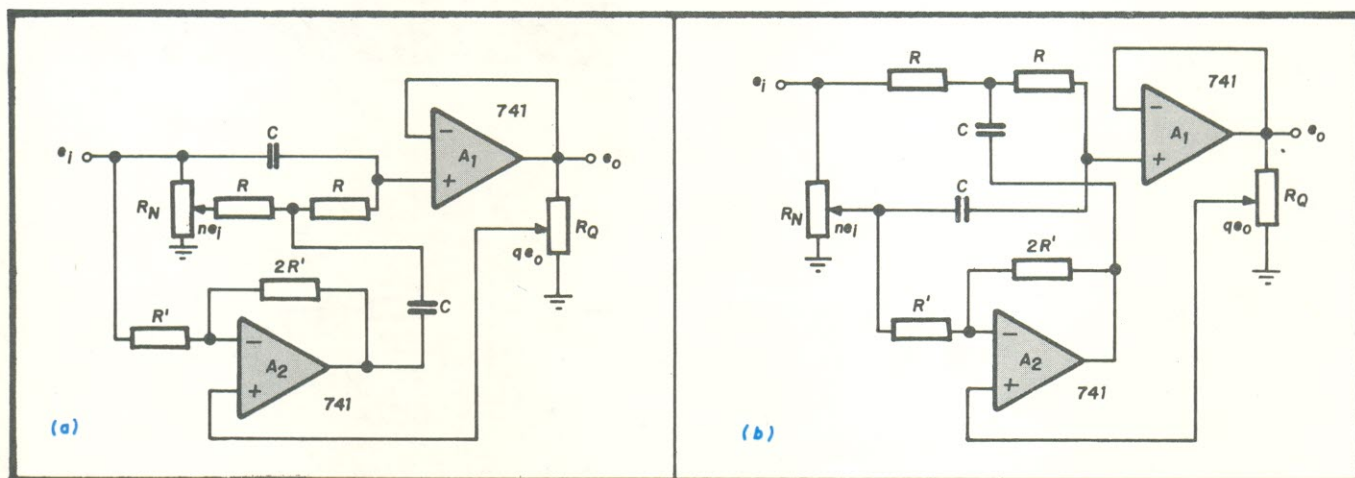
Ao se modificar ligeiramente o circuito, como em (b), a função de transferência torna-se

$$e_0/e_i = [s^2 + n\omega_0^2] / [s^2 + 3(1-q)s\omega_0 + \omega_0^2]$$

e a frequência de rejeição ω_n resulta sintonizável para frequências abaixo, de forma que $\omega_n = \omega_0 n^{1/2}$.

Referências

1. Dominique Fellot; "Wien bridge and op amp select notch filter's bandwidth", *Electronics*, 7 dez. 1978, pág. 124.
2. "An active RC bridged-T notch filter", *Proc. IEEE*, agosto 77, pág. 208.



Variando a sintonia — Ao se utilizar uma rede "T" em ponte para substituir a ponte de Wien num filtro de rejeição (*notch filter*), obtém-se o controle independente da frequência e da largura de banda. O circuito pode ser adaptado para uma sintonia acima (a) ou abaixo (b) de sua frequência natural $\omega_0 = 1/RC$.

Circuito de 5 integrados transforma osciloscópio em analisador lógico

P. Martinez, A. Roy e J. Barquillas
Departamento de Eletrônica, Universidade de Saragoça, Espanha

Adaptando qualquer osciloscópio de uso geral à utilização como analisador lógico, este módico circuito de cinco CIs permite a visualização numérica, sob a forma de "1s" e "0s", de até oito trens de pulsos, simultaneamente. O projeto foi grandemente simplificado pelo uso de um somador rudimentar e dois primitivos conversores D/A, que combinam os sinais multiplexados a serem apresentados com o circuito formador de numerais.

Durante a operação normal, as variáveis lógicas X_0/X_7 são introduzidas no multiplexador 74151, de oito linhas de entrada; enquanto isso, o gerador 3900 (A1), produz uma se-

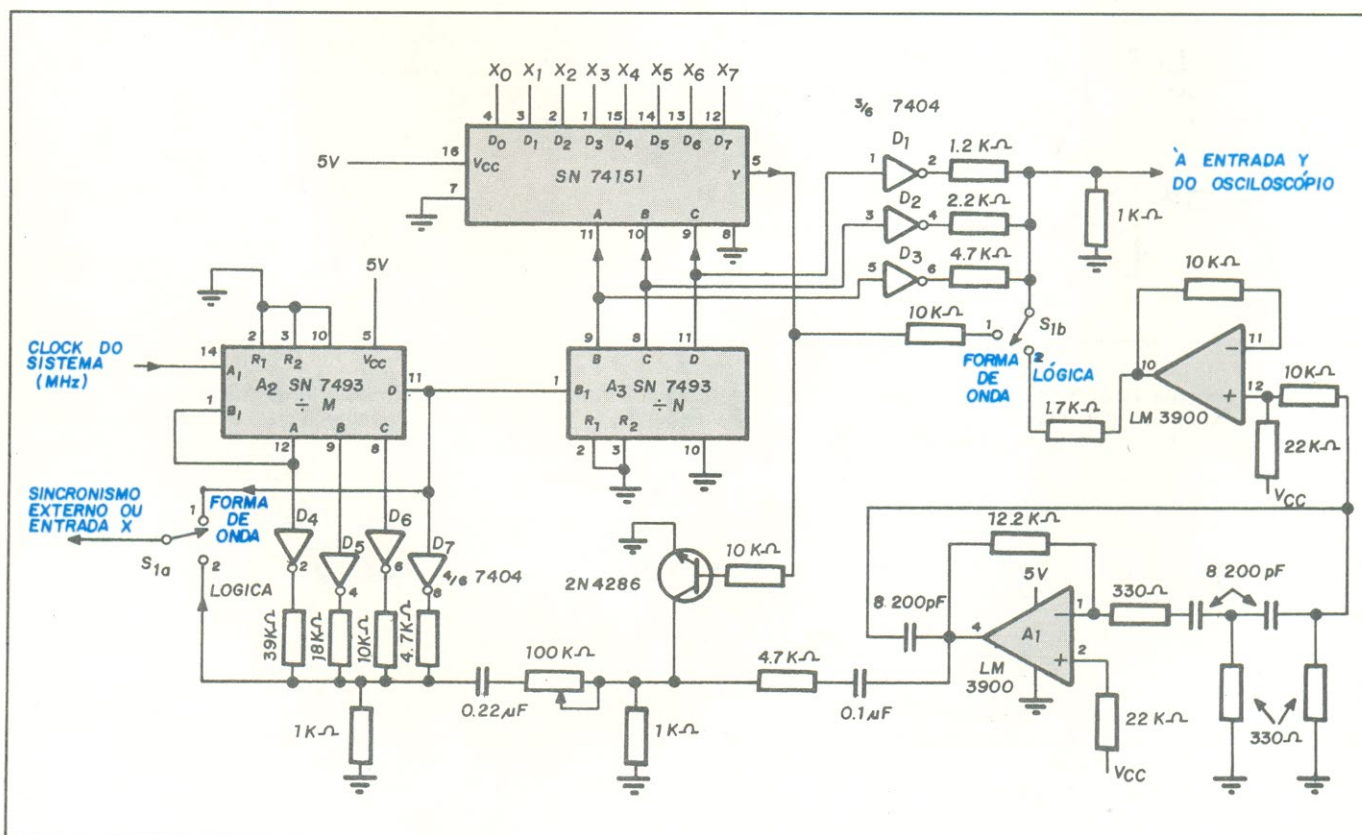
nóide de aproximadamente 150 kHz e o contador por M 7493 (A2), que em conjunto com os inversores 7404 e a rede de "pesos" resistivos forma um conversor D/A, é incrementado pelo *clock* do sistema. O circuito divisor por M aciona um segundo contador, A3, que incrementa o multiplexador a um ritmo igual a $1/M$ da frequência de avanço de A2.

Se a chave de modalidade S1 for posicionada em "1", os sinais X_0/X_7 são aplicados diretamente à entrada Y do osciloscópio e A2 excita a entrada de sincronismo com um nível lógico "1". Dessa maneira, o osciloscópio pode ser empregado para apresentar oito formas de onda digitais. ▷

O processo, então, repete-se para a variável seguinte. Devido ao *clock* elevado do sistema e à alta persistência do fósforo da tela, os algarismos “1” e “0” parecerão estar sendo apresentados continuamente. O formato do quadro apresentado na tela aparece na figura anexa.

Em ambos os casos, pelo fato de A2 ser incrementado M vezes mais rápido que A3, o traço irá varrer toda a tela, a fim de monitorar a variável sob observação, antes que o multiplexador avance para sua porta $X_i + 1$. E observe que a varredura não é contínua, mas avança da esquerda para a direita em passos discretos, como resultado da saída saltada de A2.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |



Adaptação — Um circuito barato, empregando apenas 5 CIs, pode adaptar o osciloscópio às tarefas de um analisador lógico. Ele produz duas senóides defasadas de 90°, pelos canais X e Y, a fim de produzir “zeros” ligeiramente inclinados para qualquer entrada X multiplexada digitalmente. Uma onda dente-de-serra, não afetada por “pesos” resistivos e produzida no canal X, apresenta os numerais “1”. A chave de modalidade S1 seleciona oito formas de onda digitais ou oito estados lógicos numéricos dos sinais de entrada, conforme nos mostra o desenho.

Chave seqüencial digital

Juarez Rosa da Silva, Goiânia, GO

Esta é a versão a circuito integrado da chave seqüencial publicada na revista Nova Eletrônica n.º 35, seção Idéias do lado de lá. O leitor interessado em técnicas digitais não terá dificuldade em compreender e construir mais este sistema de aplicação de circuitos lógicos.

O objetivo desta chave é ligar um relê através de um código de operação sucessiva de 5 interruptores-de pressão (S1 a S5). Os contatos do relê poderão acionar, então, qualquer outro dispositivo elétrico de controle, proteção, etc.

Ao se ligar o circuito (chave S6, figura 1), todos os *flip-flops* RS estarão em *reset* ($Q = 0$, $\bar{Q} = 1$), impondo um nível baixo (0 binário) nas entradas de 1 a 5 da porta P5, e um nível alto (1 binário) na entrada 6 dessa porta, através da saída complementar \bar{Q} do *flip-flop* 6; esse *latch* permanecerá em *reset*, liberando a porta P5, enquanto a operação dos interruptores estiver ocorrendo na seqüência correta.

Ao se pressionar os interruptores S1, S2, S3, S4, S5, os *flip-flops* FF1 a FF5 passarão ao estado *set* ($Q = 1$ e $\bar{Q} = 0$) e os LEDs D1 a D5 acenderão, também na seqüência. Completada a operação, todas as entradas da porta P5 (NE) estarão altas e a saída dessa porta passará de 1 para 0 binário, fazendo conduzir os transistores Q1 e Q2 e energizando o relê.

Caso algum interruptor seja pressionado fora da seqüência, isto é, sem ter(em) sido acionado(s) o(s) anteriore(s), a porta E anterior correspondente (C11) mudará de estado, impondo um nível baixo à entrada *set* do FF6 (trava). O LED D6 acenderá, indicando 'sistema bloqueado',

e a entrada n.º 6 da porta P5 passará para 0 binário, ficando essa porta então travada pelo *latch* FF6, mesmo que as demais entradas de P5 forem depois para o nível 1 binário. O relê não mais poderá ser acionado, até que o circuito seja desligado e religado em seguida, através de S6.

Como no outro artigo, o segredo da chave será dado pela posição em que os interruptores forem instalados (exemplo na figura 2), e o número de combinações possíveis será o fatorial do número de interruptores (neste caso, $5! = 120$), o que também equivale ao número de tentativas que uma pessoa terá que fazer para acionar o relê, se não souber o código correto.

Componentes

R1 — 1,5 k

R2 — 220

R3 — 100

Todos em ohms, 1/4 W

D1 a D5 — FLV 310 (LED verde)

D6 — FLV 110 (LED vermelho)

D7, D8 — 1N914

D9 — 1N4001

Q1 — BC557

Q2 — BC548

C11 — 7451

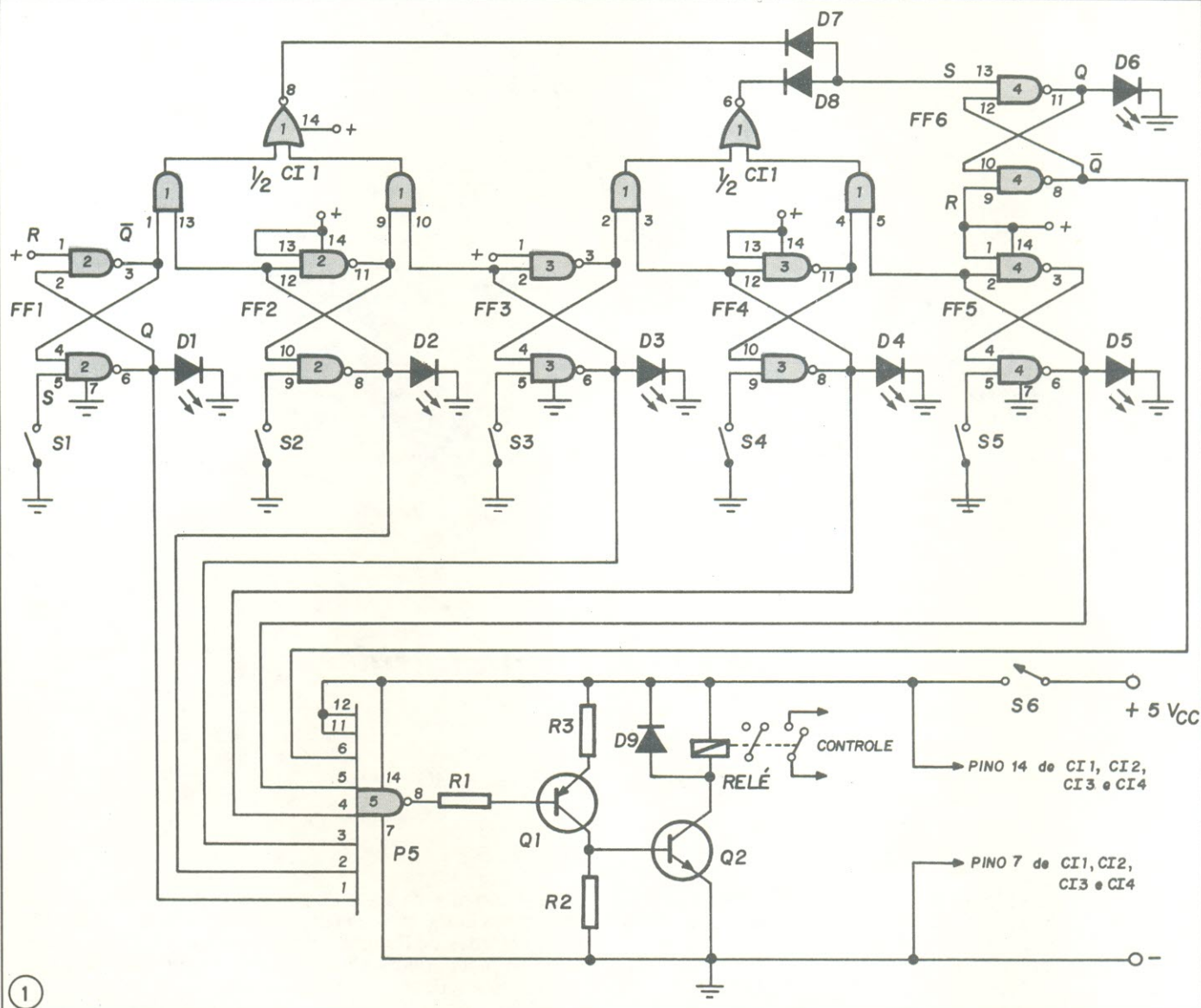
C12, C13, C14 — 7400

C15 — 7430

Relê tipo ZA 020006 — Schrack

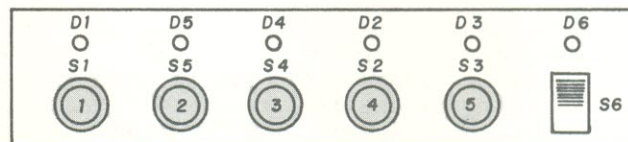
S1 a S5 — interruptor de pressão, tipo campanha

S6 — interruptor simples, tipo deslizante ou de alavanca



1

Exemplo de instalação — Neste caso, o código de operação é 1-4-5-3-2. Podem ser escolhidas outras 119 combinações para montar a chave seqüencial.



2

Obs.: A alimentação do circuito deverá ser feita com uma fonte regulada de 5V, 1/2 ou 1 A. Os componentes podem ser substituídos por outros equivalentes.

Nota da redação: Seria aconselhável ligar um resistor de 220 ohms em série a cada um dos LEDs do circuito, a fim de evitar que as portas sejam requisitadas em demasia.

O LASER INDUSTRIAL

UMA FERRAMENTA ESPECIAL PARA APLICAÇÕES ESPECIAIS

Margaret A. Maas, editora industrial

Apesar de jovem, comparado às outras tecnologias industriais, o laser já se firmou em diversas áreas do mercado, mesmo sem ter ainda confirmado todas as previsões otimistas feitas a seu respeito, na ocasião de seu nascimento. Os aparelhos de hélio-neônio de baixa potência estão se desenvolvendo especialmente nas aplicações de alinhamento e inspeção, enquanto os de alta potência, que operam a dióxido de carbono, estão se dando melhor em casos altamente especializados de trabalhos em metal.

Mas na verdade foi o inesperado crescimento do mercado de lasers para o consumidor que resultou no grande avanço do laser industrial. Os terminais de ponto de venda (as modernas caixas de supermercados) e os vídeosdiscos, com seu grande potencial de vendas, estimularam uma revisão do projeto do laser de hélio-neônio, anteriormente operando apenas na faixa de 1 a 2 mW, transformando-o num aparelho sólido, de baixo preço, perfeitamente adequado a muitos usos industriais, tanto no tipo como no nível de potência.

Mais de 50% dos lasers industriais são do tipo He-Ne, principalmente devido à sua elevada confiabilidade — sua vida útil, atualmente, alcança as 20 000 horas, contra as poucas milhares de horas que atingia em 1970. Somado a isso está seu baixo custo, que tende a baixar sempre mais com o aumento da produção.

E, acima de tudo, há a possibilidade de escolher entre vários fabricantes alternativos. O primeiro laser realmente comercial foi o modelo 136 de 1-2 mW, da Spectra-Physics, projetado especificamente para o mercado de vídeosdiscos. Um segundo fornecedor surgiu com a oferta da Coherent Radiation, que introduziu sua versão CR136 *Eyelite* em 1975, e um terceiro com a Metrologic, que lançou os modelos ML-600 (0,5 mW) e ML-620 (0,9 mW).

Os melhoramentos na confiabilidade e vida útil, os baixos custos e a tendência à padronização são sinais de uma tecnologia amadurecida. Tais características podem colocar o laser numa boa posição dentro da indústria, tanto em tipos como em quantidade de aplicações.

Por quê os lasers?

O raio laser só é utilizado por quem quer fazer uso de uma ou mais de suas características principais: monocromaticidade, coerência, intensidade elevada e divergência mínima. O comprimento de onda único é facilmente distinguível da iluminação variável de fundo. Pelo fato de apresentar frequência, fase, amplitude e direção precisamente definidas, a luz coerente fornece uma referência acurada

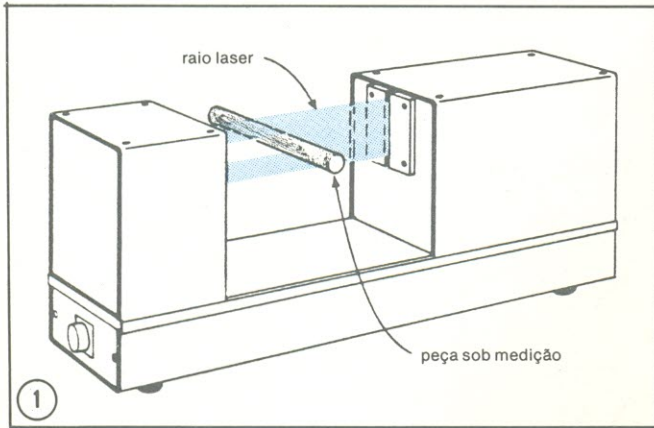
para vários tipos de medidas. E o pouco espalhamento do feixe, mesmo em grandes distâncias, significa um pequeno consumo de energia e uma grande concentração da mesma no alvo visado.

Devido à sua especial combinação de propriedades, o laser encontrou terreno fértil em aplicações de alinhamento, metrologia e inspeção, assim como em soldagens, furação, corte e tratamento por calor, e ainda em impressão e manipulação de informações. Existe grande interesse, também, no desenvolvimento de equipamentos de controle de poluição, sem mencionar as muitas áreas recentes, com perspectivas brilhantes para o laser — reações químicas induzidas a laser e separação de isótopos, por exemplo.

Em alinhamento o laser oferece uma clara linha de referência, que permanece visível, mesmo sob grande variação da luz ambiente. Isso prova sua utilidade em praticamente qualquer serviço do ramo, desde as tarefas de menos precisão, tais como assentamento de canais, nivelamento de estradas e colocação das fornalhas rotativas usadas na indústria de cimento, até os serviços ultra-precisos de alinhamento de máquinas-ferramenta e turbinas.

O gigantesco gerador a turbina, por exemplo, pode consistir de até seis seções, cada uma delas tão pesada a ponto de vergar ao próprio peso. Alinhamento, nesse contexto, significa montar as seções, não numa simples linha reta, mas encadeadas. O trabalho, que anteriormente requeria dois ou três instrumentos óticos, agora é realizado por um único instrumento a laser, desenvolvido simultaneamente pela Westinghouse e pela Hamar Laser Instruments. Seu laser He-Ne de 1 mW, com um, só feixe de referência, permite alinhar simultaneamente os acoplamentos e as carcaças internas e externas de pressão, em turbinas de 55 m de comprimento.

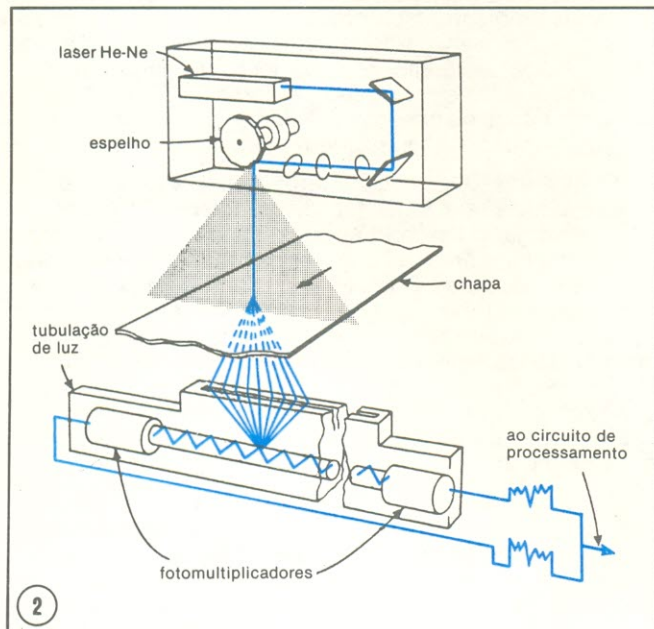
Para se determinar a linha central de todo o sistema, o laser é montado numa base rígida, em uma das extremidades do gerador, sendo apontado para um alvo montado numa base similar, na outra extremidade. Esse alvo é um conjunto de células de silício que mede diretamente a posição do raio laser em relação ao centro de si mesmo — um deslocamento que pode ser lido diretamente no painel digital do aparelho. Alvos idênticos são montados magneticamente, de forma concêntrica, em cada extremidade das seções turbina-gerador. Em seguida, cada seção é deslocada da linha central do laser de acordo com as indicações de um gráfico especial, que define o encadeamento ideal. ►



Medindo dimensões — o feixe do *LaserMike*, da Techmet, ao ser deflexionado por um espelho rotativo, varre um plano vertical que é bloqueado pela peça que se desloca ao longo da linha de montagem. O tamanho da peça determina o tempo de bloqueio do feixe. A resolução, no caso, é de $\pm 0,127$ mm.

Esse mesmo instrumento pode também efetuar nivelamento. Além do tubo laser, ele contém um pentaprisma capaz de "dobrar" o feixe em 90° , formando com ele um prumo vertical; quando o prisma é posto para girar, o feixe percorre um plano nivelado com uma tolerância de $\pm 0,019$ mm, ao longo de um círculo com 15 m de diâmetro.

Aparelhos isolados como turbinas apresentam apenas um tipo de problema de alinhamento. Ninguém, até agora, utilizou lasers para resolver outro tipo de problema: o alinhamento de vários cilindros paralelos, como aqueles encontrados nas máquinas de produção de papel ou nos laminadores de aço. Todavia, a Hamar já está considerando o desenvolvimento de um instrumento a laser que projete múltiplas linhas paralelas e ajude a aperfeiçoar o alinhamento total dos cilindros. As vantagens estariam no desgaste reduzido dos próprios cilindros e de seus rolamentos.



Inspeção de chapas — No sistema da Intec, um espelho rotativo de 12 faces varre a superfície da chapa em movimento com o raio laser refletido. Dois fotomultiplicadores captam a luz e a soma das duas saídas contém transientes que indicam, com sua amplitude e duração, o formato e as dimensões de qualquer imperfeição ou irregularidade.

Poluição, olhos e lasers

O olho humano é muito mais vulnerável ao laser que o restante do corpo humano, devido à suscetibilidade da retina, mesmo a níveis de potência bastante reduzidos. No entanto, para um raio laser monitorar poluição é preciso que seja espalhado por ambientes externos e torna-se impossível garantir que não vá refletir em olhos humanos. E nos níveis de potência em que é normalmente utilizado, o raio é classificado como fonte potencial de danos aos olhos.

Esse problema paralisou vários estudos financiados pela Agência de Proteção Ambiental, os quais utilizavam o laser na monitoração da poluição. A solução, porém, pode estar na idéia surgida na firma Sanders Associates Inc., que está desenvolvendo um laser cujo feixe localiza-se na região dos 2 micrômetros. Tal medida irá elevar a segurança do laser em 4 vezes, de acordo com Charles Naiman, gerente do departamento de sistemas a laser, já que nesse comprimento de onda, a luz será absorvida pela água presente no olho humano e jamais alcançará a retina.

O aparelho da Sanders é um laser cristalino, de estado sólido, bombeado ópticamente, tendo o Hólmio como íon ativo, agindo sobre um cristal de ítrio-lítio-fluoreto ($YLiF_4$), que pode ser ativado com frequências entre 10 Hz e 5 kHz. Para calibrá-lo aos diferentes tipos de poluentes, como o cloreto de vinila, o etileno, a amônia e outros compostos químicos, deve ser usado juntamente com um oscilador paramétrico, um material não-linear que produz diferentes comprimentos de onda a partir do comprimento de onda único do raio laser.

Apontando para a inspeção

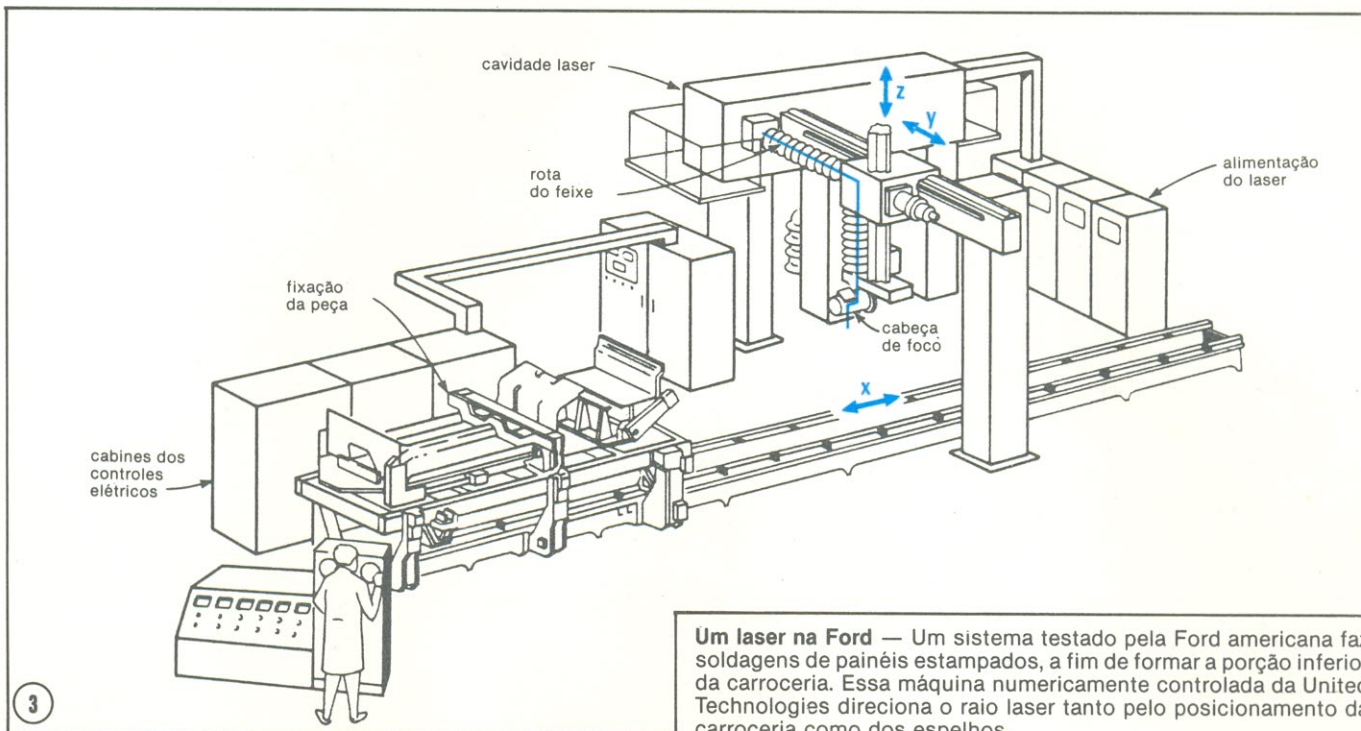
Utilizados na inspeção, os lasers podem selecionar, medir tamanho e apurar formatos, além de verificar a presença de componentes, o encerramento de operações e a ausência de defeitos — tudo muito rapidamente. A cada ano vê-se um aumento considerável no número e variedade de aplicações nessa área.

E as razões são óbvias. Os lasers têm todas as vantagens dos outros instrumentos óticos sobre os medidores mecânicos — sem danos possíveis, sem desgaste, sem erros por contato de medida e com uma operação bem mais rápida e possibilidade de controle à distância. Mas, ao contrário dos demais instrumentos óticos, não apresentam problema de distância focal, pois já produzem luz colimada. E também são melhores que seus equivalentes pneumáticos ou eletrônicos no que se refere à precisão, resolução ou amplitude da faixa de medição. Não são afetados por interferência de radiofrequência ou mesmo por interferência ótica, se forem usados os filtros adequados, e sua saída é compatível com fotodiodos, câmeras de TV e outros dispositivos de alto nível de saída.

De fato, os lasers têm umas poucas limitações, somente. São incapazes de lidar com orifícios ou concavidades reduzidas, e as superfícies sujas, cobertas com camadas espessas de óleo, óleo solúvel e outros resíduos não são medidas com precisão. Também encontram dificuldades em atuar nos pontos de acesso limitado, difíceis de iluminar.

O laser é bom mesmo em localizar arranhaduras, depressões, rebarbas, rachaduras, fendas e denteamentos, além de individualizar grandes defeitos em peças, antes que emperrem a linha de montagem automática. Pode ainda verificar se as peças estão alinhadas em relação à máquina montadora e se saem da mesma montadas corretamente. Seleciona peças por tamanho ou número de rosca, mede o diâmetro e a largura de peças extrudadas, a espessura do papel, a robustez de vedações, a regularidade de anéis de pistão, o perfil de lâminas de barbear e a orientação de ranhuras dos anéis do pistão.

Em particular, pela ausência do problema de distância focal, o laser tem a capacidade de medir peças que não estão posicionadas corretamente, ao contrário de outros sis-



Um laser na Ford — Um sistema testado pela Ford americana faz soldagens de painéis estampados, a fim de formar a porção inferior da carroceria. Essa máquina numericamente controlada da United Technologies direciona o raio laser tanto pelo posicionamento da carroceria como dos espelhos.

temas óticos de medida. Um aparelho da Techmet tira proveito dessa característica, medindo pequenos objetos que passam por ele a altas velocidades, tais como fios, fibras têxteis, porcas e parafusos.

No interior desse aparelho, chamado *Lasermike*, um espelho girando a uma velocidade constante deflexiona o feixe de luz de um laser He-Ne de 2 mW, de forma a fazer com que o mesmo varra um plano vertical. Grande parte da área de varredura é bloqueada pelo gabinete do aparelho, mas uma pequena porção dela passa por uma lente focalizadora e sai por uma fenda vertical. Essa faixa de luz alcança a outra extremidade do instrumento, onde há uma abertura semelhante, e passa por outra lente, que o focaliza sobre um fotodetector. Se um objeto atravessar o plano perpendicular à faixa de luz, o fotodetector será bloqueado e, como o feixe executa uma varredura a uma velocidade constante, a dimensão do objeto será diretamente proporcional ao período durante o qual o feixe permanece bloqueado.

O motor síncrono que aciona o espelho é ativado por um divisor de frequência, operando a partir de um *clock* de 45 MHz. Esse mesmo *clock* fornece os pulsos de temporização para se medir os períodos de atividade do fotodetector. Normalmente, cada pulso de *clock* equivale a $\pm 0,0127$ mm; os pulsos acumulados vão então operar um mostrador de 5 dígitos, representando as dimensões da peça medida.

A Autometrix, uma divisão da Systems Research Laboratories, utiliza o *Lasermike* em muitos de seus sistemas, geralmente no controle de processos onde o fabricante deseja preservar o excesso de material. Tais sistemas aceitam os produtos mais variados, como lâmpadas fluorescentes, filtros de cigarro, mangueiras de radiador, peças de câmeras fotográficas, por exemplo, e tem possibilidade de medidas, compará-las a um ideal e regular então as máquinas de produção adequadamente.

De acordo com Dennis Swing, gerente da Autometrix, sem uma medição precisa o fabricante vê-se obrigado, em geral, a permitir maiores tolerâncias nas dimensões de suas peças, a fim de assegurar, digamos, um revestimento ou uma parede com espessura suficiente, prevenindo assim o surgimento de falhas. Ao economizar 1/20 mm numa das dimensões de uma peça, por exemplo, uma firma de ex-

trusão de plásticos pode reduzir seus custos em centenas de milhares de cruzeiros por ano. A medição precisa é utilizada tanto para se regular a tensão e a velocidade com que o material é puxado do extrusor, como para alterar a velocidade com que o material é fornecido à máquina.

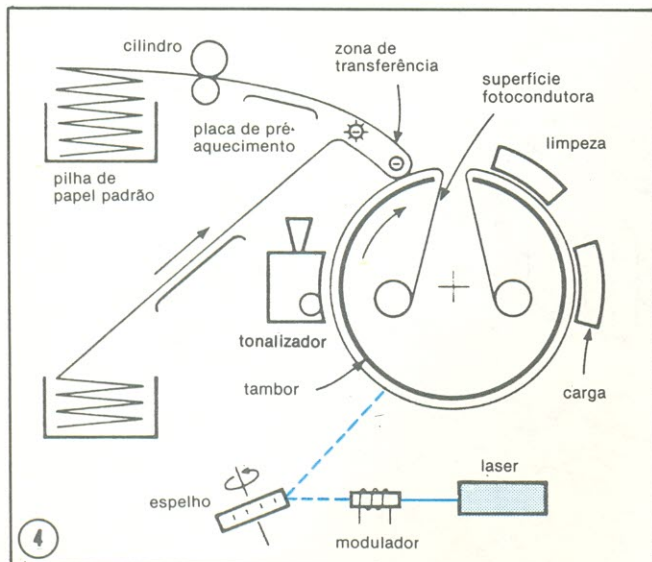
Checando o comprimento

Requisitos similares existem entre os consumidores de metal em chapas. Se um fabricante de automóveis ou latas adquirir um carretel de aço de 3000 m de comprimento e 1,5 m de largura, de uma espessura nominal qualquer, e na verdade a bobina for 1% mais curta, isso significa 45 m² a menos de material para se estampar. Se as peças produzidas a partir desse material forem pequenas, a produção final pode escapar às previsões, resultando numa falta considerável de matéria-prima. É por esse motivo que os grandes consumidores de chapas metálicas costumam verificar o comprimento preciso de todos os carretéis que recebem.

De acordo com Ted W. Lasiewicz, presidente da M.E.A., o equipamento a laser que essa firma produz pode medir tais carretéis com uma precisão de 0,1%, o que é cinco vezes mais preciso que as técnicas anteriores. Uma dessas técnicas consistia em se fazer girar uma pequena roda ao longo da borda da chapa, à medida em que era enrolada em carretéis; como essa roda podia sempre deslizar (e isso acontecia com frequência), a precisão chegava, no máximo, a 0,5%. A nova técnica introduzida pela M.E.A. utiliza um laser He-Ne de 3 mW, postado em frente do carretel, com o feixe dirigido para um fotodetector localizado por trás do mesmo; a posição neutra, no caso, ocorre enquanto o feixe do laser permanece tangente ao carretel.

O conjunto laser/detector é montado sobre um servossistema. À medida que o carretel aumenta de tamanho e começa a bloquear o feixe, faz com que o detector acione o servo, que, por sua vez, eleva o conjunto todo, até que volte novamente à posição neutra.

Um interferômetro embutido, fabricado pela Bausch & Lomb, com uma precisão de 0,0127 mm, mede continuamente o movimento do servo, que é igual ao aumento no diâmetro do carretel. E um microcomputador, fabricado pela Pro-Log, faz 10 amostragens dessas medições a cada volta do carretel e, com base na espessura da chapa, calcula o



Impressão sem impacto — um modulador interrompe o raio laser, nesta impressora da IBM, expondo a superfície fotocondutora de um tambor rotativo numa sequência de pontos. As múltiplas varreduras horizontais formam a linha de caracteres, que se tornam visíveis através do tonalizador e transferidos para o papel, em seguida.

comprimento da mesma, fornecendo o resultado numa impressora, após realizar uma média sobre 10 leituras.

Localizando falhas

Enquanto alguns sistemas de inspeção concentram-se nas dimensões, outros estão envolvidos principalmente com depressões e irregularidades. O objetivo destes é evitar que um pequeno defeito, numa peça barata, possa criar uma rejeição dispendiosa, se a tal peça for parar num aparelho ou objeto já completamente montado.

A firma Intec, por exemplo, emprega análises de sinal relativamente sofisticadas para efetuar uma inspeção de 100% em papel, películas plásticas e outros materiais bobinados, à medida que vão saindo da linha de produção. O sistema da Intec é capaz de detectar furos, bolhas, depressões, arranhões e contaminantes de até 0,127 mm em peças de 4,5 m de largura, movimentando-se a 1500 metros por minuto. Esse aparelho alerta o operador, assinala a peça, calcula o número de defeitos de cada tamanho existentes por unidade de comprimento do material e até executa um controle de processo, a fim de corrigir a fonte do problema pela alteração da velocidade, da temperatura do processo ou de algum outro parâmetro.

O instrumento da Intec está baseado num laser He-Ne de 5 mW, usando um espelho de 12 faces para deflexionar seu feixe. À medida que o espelho gira, o feixe varre a peça 5000 vezes por segundo — tão rapidamente que sua luz parece, em superfícies opacas, uma linha tênue e sólida. A luz que atinge a peça passará através dela ou será refletida, dependendo da mesma ser transparente ou opaca, respectivamente, e vai atingir uma tubulação de luz, colocada entre dois fotomultiplicadores.

Com a varredura da peça pelo feixe, a soma das saídas dos fotomultiplicadores permanece relativamente constante, afora ligeiras variações causadas pelo material (uma pequena ondulação, por exemplo, identificaria o sinal refletido pela superfície rugosa de certos revestimentos a tinta). Quando a luz atinge um defeito, porém, ela se espalha, originando um sinal cuja amplitude e largura irão indicar o tipo e tamanho de irregularidade. O comprimento do sinal (e portanto da irregularidade) é determinado pela contagem do número de vezes que o feixe varre o mesmo defeito. Para diferenciar um novo defeito da continuação de um anterior, sua posição é comparada com os dados de posição referen-

Os principais lasers industriais

| Tipo | comprimento de onda μm | potência de pico | características |
|-----------------------|-----------------------------------|---|--|
| a gás: | | | |
| hélio-neônio | 0,6118-3,381 | 150 mW contínuos | o menor preço, alta confiabilidade, luz vermelha visível, baixa potência; usado para controle, medição, inspeção, alinhamento. |
| dióxido de carbono | 9,2-10,8 | 60 kW contínuos | alta potência e eficiência; usado para corte e soldagem. |
| argônio | 0,3511-0,5145 | 10 W contínuos | alta resolução, alta potência, saída contínua, baixa potência comparado aos lasers CO ₂ ; usado em holografia. |
| hélio-cádmio | 0,325-0,4416 | 50 mW contínuos | maior custo e vida mais curta que o de He-Ne, mas ideal para aplicações gráficas, devido à sua luz azul. |
| estado sólido: | | | |
| neodímio: YAG | 1,06 | 10 ⁹ W contínuos ou pulsados | freqüências elevadas de pulsação, alta eficiência, comprimento de onda inferior ao de CO ₂ , melhor resolução em processos de fabricação. |
| neodímio: vidro | | 10 ¹⁰ W pulsados | |
| rubi | 0,6943 | 10 ⁹ W pulsados | pulsos de alta potência, visíveis; tem sido substituído pelo de Nd/YAG, de maior eficiência e freqüência de pulsos, nos processos de fabricação. |
| arseneto de gálio | 0,85-0,905 | 24 W pulsados 100 mW contínuos | tamanho reduzido, alta divergência; usado em localização de faixa, atraente p/ comunicações, no futuro. |

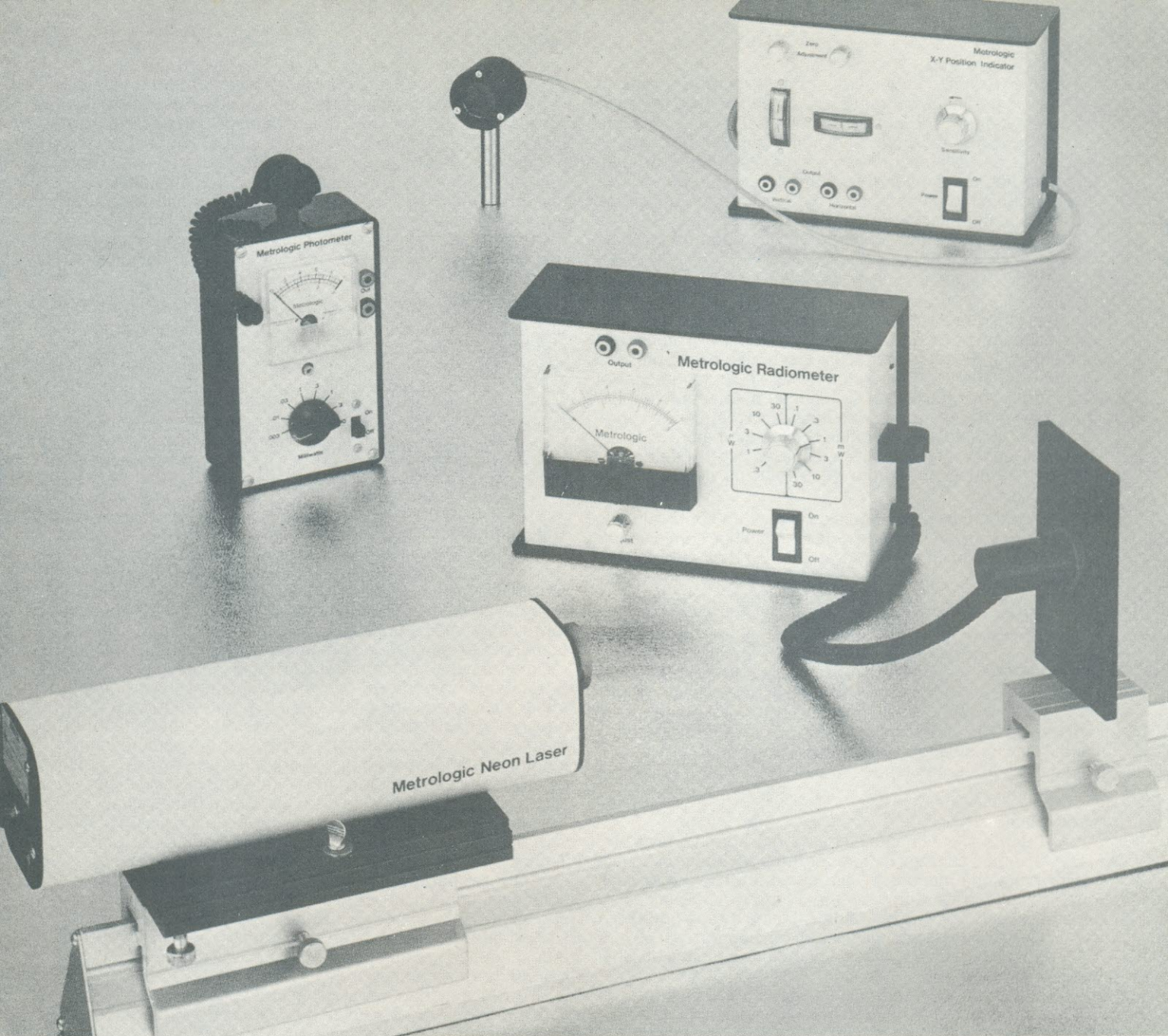
tes às quatro varreduras anteriores, guardados num **shift register** rotativo.

Um microprocessador 8080 monta os dados recebidos e os tabula sob a indicação de tamanho e localização de defeitos, distribui os resultados num registrador gráfico e, em alguns casos, aciona automaticamente uma guilhotina, para remover o defeito.

O chefe de produção pode aproveitar os dados para detectar problemas em sua maquinaria. A repetição, digamos, de um furo de alguns milímetros no meio da peça, em intervalos de 3 m, pode indicar a existência de uma saliência em alguns dos cilindros da máquina.

O sistema foi projetado em vários módulos de processamento, a fim de torná-lo específico para cada material. Assim, por exemplo, uma chapa metálica revestida, que apresenta defeito quando a primeira camada está falha em certos pontos, irá apresentar um sinal de irregularidade completamente diferente de um plástico transparente com pontos escuros de contaminação embebidos em sua superfície. Os limiares devem ser estabelecidos de antemão, levando em conta a espessura, a cor do acabamento, a textura, etc., do material e esses, por sua vez, vão determinar as larguras de banda dos filtros, os ajustes de ganho e outros parâmetros dos módulos.

Enquanto a Intec está envolvida com a inspeção de materiais bobinados, uma outra pequena firma, a Automation Systems, produz equipamento para inspeção de peças, que trabalha a um ritmo de 600 peças por minuto. Seus sistemas podem alertar sobre peças faltantes, selecionar determinado tipo de peça, além de detectar imperfeições de superfície e tamanho. Em grande parte das aplicações, es-



sa firma utiliza lasers He-Ne de 2 mW, com o raio dividido em dois por um divisor de feixe. Uma das metades serve apenas como uma chave ótica limitadora, acionada para iniciar o ciclo de inspeção pela própria peça; a outra metade é defletida por um espelho rotativo, de forma a varrer as peças e ser refletida em direção a um detector ótico.

Sempre que o objeto sob inspeção possui características uniformes, o detector vai produzir um nível CC estático. Caso o objeto esteja fora de alinhamento em relação ao laser, o detector produz uma senóide, que não passa de uma harmônica da frequência de varredura, originada ao feixe percorrer a peça em questão. Mas se houver um defeito ou uma descontinuidade de superfície, a saída irá conter um sinal transiente, onde a amplitude e a frequência são uma função da velocidade de varredura e do tamanho do defeito. Após analisar a polaridade, a duração de pulso e a amplitude do sinal, e compará-las aos limiares estabelecidos pelos dados obtidos em peças normais e defeituosas, o sistema pode aceitar ou rejeitar a peça sob exame. O critério de seleção pode tanto ser o tamanho, como as condições de superfície, ou a ausência ou presença de certas característi-

cas, tais como rosas. Se a peça estiver com defeito comprovado, o próprio sistema aciona um ejetor a ar, para retirá-la da linha de produção.

O sistema está sendo usado na inspeção da área interna de porcas, para confirmar a presença de rosca, e também na checagem dos próprios furos das porcas, antes que a rosca interna seja aberta. É capaz de distinguir, ainda, entre duas porcas com rosca de números ligeiramente diferentes, de examinar correções de rolamentos, em busca de irregularidades, ou de rejeitar peças pouco maiores ou menores do que deveriam ser.

Apesar do laser ter sido rotulado como a resposta para o futuro da soldagem, furação e corte, na indústria de metais, o fato é que tais processos ainda são efetuados, em grande parte, pelos métodos convencionais. Existem, no entanto, trabalhos especializados, difíceis de realizar de outras formas, e que o laser pode fazer com grande eficiência; por essa razão, mais e mais equipamentos industriais a laser estão surgindo nas linhas de produção.

Solda, furação e corte são processos que exigem lasers com potência suficiente para derreter ou vaporizar o ►

material envolvido. O equipamento deve permitir a seleção do nível de potência, da frequência de pulsos e do tamanho do ponto atingido apropriados ao material, à sua espessura e à operação realizada. No caso, como os níveis alcançados pelo laser de hélio-neônio são por demais reduzidos para qualquer tipo de usinagem ou corte, foram introduzidos os lasers de dióxido de carbono e o de silicato de ítrio-alumínio, dopado com neodímio (Nd:YAG). Hoje em dia, os novos sistemas de dióxido de carbono são capazes de produzir até 60 kW de potência.

É verdade que os lasers têm alguns atrativos para uso em oficina. Em primeiro lugar, minimizam o risco de deformar a peça sob soldagem; ao aplicar rapidamente o calor, e em pequenas áreas, o laser mantém ao mínimo a área afetada pelo calor da soldagem. Além disso, não existe pressão de contato, que costuma deformar as peças menores. Em segundo lugar, o feixe não é atenuado pelo ar ambiente, o que permite ao laser operar de uma certa distância. E apresenta a possibilidade de soldar através de materiais transparentes, desenvolvendo novas técnicas, como a de reparar canhões de cinescópios através do bulbo de vidro dos mesmos.

E, por último, o tamanho e o formato do ponto atingido pode ser variado ao longo de uma ampla faixa, com diversas consequências vantajosas. A variação do diâmetro do ponto permite um controle contínuo sobre a densidade de potência. A perfeita focalização do raio permite excelentes soldagens a ponto de peças-miniaturas e, em combinação com o controle numérico, possibilita a execução de rotas de solda relativamente complexas. E a focalização do raio em formatos diferentes cria a possibilidade de se obter furos não-circulares. Os lasers são ideais na execução de furos bastante reduzidos, especialmente se apresentarem grandes razões de aspecto (diâmetros consideráveis em relação à profundidade) — uma aplicação onde as brocas mecânicas equivalentes tendem a partir-se.

Na oficina

Al Battista, presidente da Laser Inc., afirma que as brocas a laser são capazes de realizar furos de 0,38 mm de diâmetro (ou ainda menores) a um custo inferior ao de qualquer outra técnica. Como exemplo, cita a AC Spark Plug, uma divisão da GM que utiliza um sistema de sua firma para fazer perfurações de apenas 0,2 mm de diâmetro e 0,56 mm de profundidade nas válvulas da bomba de gasolina do Chevette americano.

Finalmente, entre outras vantagens dignas de nota, os soldadores a laser não requerem fluxos especiais de soldagem, podem ligar metais com diferentes condutividades térmicas e seu ritmo de corte é independente da dureza do material.

Esse ritmo, por outro lado, depende da refletividade do material. Para eliminar esse problema, foram envolvidos certos revestimentos que reduzem a refletividade da superfície de metais brilhantes (como o alumínio, por exemplo).

A Ford americana também esteve testando o sistema de soldagem e perfuração a laser e já instalou uma aparelhagem de solda, a base de um laser de CO₂, com 6 kW, para soldar as carrocerias de seus automóveis. Esse sistema foi fabricado pela United Technologies. Apesar de ter sido limitado para produção, devido à recente recessão, esse protótipo é capaz de soldar vários painéis estampados, formando carrocerias de automóveis. O feixe é dirigido ao local apropriado por um jogo de espelhos móveis, que proporciona quatro eixos de movimento (dois de translação e dois de rotação), enquanto a carroceria, trazida numa mesa de transferência, executa o quinto eixo de movimento. Operando sob o controle de um computador, o sistema efetua soldas ao longo de uma rota pré-determinada, e a velocidades selecionadas. O sistema que fixa a peça na posição também é controlado por computador.

Há vários anos atrás, a Hughes Aircraft, num esforço de diversificar suas atividades, a partir de sua experiência aeroespacial, desenvolveu um sistema de corte a laser para a indústria de roupas e confecções, capaz de cortar o tecido de mais de 40 ternos por hora, uma camada por vez. Essa técnica encontrou grande aceitação na indústria aeroespacial, pois a McDonnell Douglas tem economizado bastante em mão de obra com um sistema de laser CO₂, de 500 W, no corte de peças de epóxi de boro, material utilizado na empenagem do F-15. Anteriormente, esse processo de corte demandava uma operação manual demorada.

Peças bem menores são cortadas pela Corning Glass, que explora a velocidade e a resolução do laser na produção de resistores. O resistor, sob a forma de uma película de óxido de estanho ou de níquel-cromo, sobre um substrato de cerâmica ou vidro, gira em um torno especial, enquanto um laser percorre a superfície, removendo material resistivo até que se alcance o valor desejado. Nessa aplicação, o laser é 50% mais rápido que as demais técnicas, podendo controlar melhor as tolerâncias (0,15% contra 0,8% no corte mecânico).

Tratamento térmico

Uma das aplicações potencialmente promissoras do laser na oficina é bastante recente — o tratamento térmico de peças. Neste caso a intensa energia do raio laser é capaz de produzir os mesmos efeitos metalúrgicos obtidos com o forno de indução, mas com várias diferenças significativas, como, por exemplo, certos materiais que resistem ao endurecimento pelos métodos convencionais e aceitam o laser. E o tratamento pode ser bem seletivo, pois é possível submeter a ele apenas os dentes de uma moto-serra ou engrenagens, e não toda a peça, por exemplo; o tratamento é mais rápido que o de fornos, o que, junto à característica anterior, significa uma grande economia de energia.

Os lasers empregados nesse trabalho devem se localizar na faixa de 1 a 5 kW, do tipo CO₂. Cinco firmas estão, no presente momento, oferecendo esses aparelhos: a GTE/Sylvania, a Coherent Radiation, a Photon Sources, a United Technology e a Avco.

O laser para tratamento térmico se assemelha ao de soldagem, com uma exceção: o feixe é desfocado ou posto sob oscilação, a fim de reduzir sua intensidade média e assim evitar que o metal derreta. Se o feixe for posto sob varredura, igual ao rastreio de TV, será possível controlar o tamanho da área tratada.

A GM, segundo seu supervisor de pesquisas de produção, Jim Wineman, é a única companhia do mundo a realizar tratamento térmico a laser em grande escala. Ainda segundo Jim, o sistema a laser reduz em 80% os custos, ao evitar a deformação das peças e eliminando, assim, a necessidade de usinagens posteriores ao tratamento.

Impressionada por essa e outras vantagens, a GM intensificou sua linha de endurecimento térmico a laser, aumentando o número de máquinas para 12 unidades, todas a laser CO₂ de 1000 W, fabricadas pela Photon Sources, e que manipulam um total de 30 000 peças por dia.

Enquanto a maior parte dos equipamentos de endurecimento superficial utiliza o laser como fonte de calor, os laboratórios Battelle Columbus estão testando uma técnica pela qual o endurecimento ocorre como resultado de pressão. Um laser a neodímio, de alta potência, ativado durante 0,1 µs, aproximadamente, vai aquecer rapidamente a superfície da peça, criando uma onda de choque sob a mesma; essa onda de choque, que pode atingir uma pressão de pico de 200 quilobares, produz um fluxo plástico do metal, em escala microscópica, e acaba por endurecê-lo.

Apesar de que somente certos materiais tratáveis a pressão, como alguns aços inoxidáveis e algumas ligas estruturais de alumínio, se adaptam a essa técnica, a abordagem requer uma densidade de energia inferior à do trata-

mento térmico e, além de endurecer a superfície do material, torna-o também mais resistente à corrosão.

A Battelle está analisando também a possibilidade de se utilizar ondas de pressão geradas por laser como fonte de ultra-sons, com o objetivo de substituir as fontes convencionais em testes não-destrutivos. Os ultra-sons atuam como a luz na detecção de imperfeições — o som refletido é analisado segundo suas variações em amplitude e frequência — mas apresenta a vantagem adicional de poder “ver” o interior das peças.

Nesse tipo de aplicação, a onda de pressão é mantida abaixo de seu limiar de alteração das propriedades do material, como ocorre no endurecimento pelo choque; por outro lado, tem maior intensidade que os ultra-sons gerados convencionalmente. Em consequência, pode-se trabalhar com peças de maiores dimensões e cujos materiais ocasionam maiores perdas. Com os pulsos de curtíssima duração, da ordem de um bilionésimo de segundo, o laser pode oferecer maior resolução que as técnicas normais e, portanto, possibilita a procura de defeitos ainda menores.

Impressão e gráfica

Na área de manipulação de informações as principais características do laser são sua velocidade e resolução. É capaz de escrever em papel foto-sensível a altas velocidades e com grande nitidez. De fato, de acordo com Herbert Lion, diretor de estudos eletro-óticos da Arthur D. Little, o maior desenvolvimento do laser se dará nessa área, onde, além do videodisco, estão incluídas também copiadoras, leitoras óticas de caracteres, impressoras para computadores, fabricação de chapas para a indústria jornalística e máquinas de fac-símiles. Para Herbert, a área das artes gráficas mal se abriu para as possibilidades do laser.

Vários jornais já utilizam o raio laser na confecção de chapas matrizes, por exemplo. No sistema a dois lasers fabricado pela EOCOM, um feixe He-Ne de 4 mW varre o mo-cape da página e a luz refletida pelas áreas claras e escuras é captada por um cabo de fibras óticas, que transmite tais sinais a um modulador acústico-ótico. Esse modulador vai controlar a intensidade do feixe de um laser de argônio de 2,5 W que, por sua vez, vai sensibilizar a chapa de impressão. Uma página padrão de jornal, com as dimensões de 43 por 61 cm, pode ficar pronta em 2 minutos, no mínimo, ou 5 minutos, no máximo, dependendo da sensibilidade de cada chapa.

A impressora sem impacto da IBM, baseada num sistema a laser, é capaz de escrever 45000 caracteres por segundo, com vários tamanhos e estilos de letra. Um laser de baixa potência imprime os caracteres numa superfície sensível à luz, que recobre um tambor rotativo; o feixe de luz varre o tambor como uma cabeça impressora convencional, quando se desloca pelo papel: um espelho rotativo deflete o laser horizontalmente à medida que o tambor avança. São necessárias diversas varreduras para formar um caracter, que é impresso sob a forma de múltiplos pontos. Os caracteres ficam guardados num disco magnético sob a configuração de bits, e essa informação é usada para controlar um modulador, que bloqueia a passagem do laser quando necessário, a fim de produzir a distribuição desejada de pontos.

Quando uma seção reveladora espalha o tonalizador sobre a superfície do tambor, o pó vai aderir aos pontos que ficaram expostos. Essa imagem é então transferida para o papel e impressa por pressão e calor.

Em azul seria melhor

Até o momento, os sistemas baratos de fac-símiles estão sendo projetados com base no laser de hélio-neônio, porque é o menos dispendioso e o mais confiável. O laser He-Ne, porém, emite luz vermelha, enquanto os papéis fotográficos e os fotodetectores são mais sensíveis à luz azul, sendo que um laser de cor azul iria imprimir duas ou três ve-

zes mais rapidamente que o tipo vermelho.

O laser de hélio-cádmio emite luz azul, mas é muito caro e tem uma vida útil relativamente curta (2000 horas, aproximadamente). Mas o tremendo potencial do mercado gráfico encorajou a RCA a tentar aperfeiçoar tal condição, aumentando a vida útil desse tipo de laser para 6000 ou 10000 horas. As aplicações potenciais para ele seria a da fototipia, microfichas de computador, impressoras sem impacto, além de equipamentos de fac-símiles e de reconhecimento de caracteres.

Trezentas companhias estão competindo atualmente no mercado mundial do laser. Todas prevêem um futuro brilhante para essa tecnologia em amadurecimento, com uma confiabilidade sempre maior e preços sempre menores. Se tais previsões se confirmarem, a indústria de raios laser crescerá a um ritmo três vezes maior que o restante do mundo industrial.

tradução: Juliano Barsali

© Copyright Electronics International



CHEGARAM

MULTITESTADOR sonoro

TESTADOR DE VOLTAGEM (110/220 V) E CONTINUIDADE

Além de testar voltagem 110/220 volts-ac, testa se um componente está bom ou não, através de um zumbido. Testa fuzíveis, lâmpadas, resistências, motores, diodos, transistores, capacitores, etc.



NOVO

PERFURADOR

DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

PUNÇÃO DE AÇO CARBONO LONGA VIDA

FUROS FÁCEIS E RÁPIDOS



“O VERSÁTIL”

SUORTE p/ PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

Duas mãos a mais para montagens, experiências, etc.



EXTRATOR DE CIRCUITO INTEGRADO E PONTA DESSOLDADORA

(circuito integrado) (placa)

Remover circuito integrado ficou uma moleza com essa nova dupla.



CETEISA

CENTRO TÉCNICO INDUSTRIAL SANTO AMARO LTDA.
RUA BARÃO DE DUPRAT, 312 - STO. AMARO - SÃO PAULO - SP.
FONES: 548-4262/ 522-1384

EE-PROMs DE BAIXA POTÊNCIA SÃO REPRO- GRAMADAS "A JATO"

Circuitos periféricos CMOS circundam redes NMOS, nas quais os elétrons passam por "túneis", indo e vindo de portas flutuantes.

E. K. Shelton, Hughes Aircraft Co., Centro de Pesquisas Hughes, Califórnia

Quando se considera as vantagens da reprogramação no próprio circuito, uma memória alterável eletricamente (também conhecida como EAROM ou EE-PROM) é bem mais conveniente que aquela apagável por luz ultravioleta (UV-EPROM, de forma abreviada). É só uma questão de tempo, portanto, até que as PROMs apagáveis por ultravioleta cedam uma parte substancial de seu mercado às EE-PROMs.

Além do apagamento elétrico, as novas EE-PROMs de 8 k apresentam duas outras vantagens: baixo consumo e pouca corrente no apagamento e programação, o que as torna particularmente atraentes para aparelhos portáteis. Elas também podem ser programadas rapidamente (cerca de 0,1 s), já que o apagamento em massa e a programação byte a byte requerem apenas 100 us cada um. O tempo de acesso é inferior a 600 ns.

O novo componente, chamado HNVM 3008, deve seu baixo consumo à escolha da tecnologia CMOS para seus circuitos periféricos, que circundam uma rede de células memorizadoras de alta densidade, tipo NMOS. Tal densidade foi obtida pela fusão dos transistores de armazenagem com os de seleção; o nitreto é usado somente para melhorar o acoplamento entre ambos. O substrato tipo N do integrado contém um grande poço tipo P, compreendendo 8192 bits de armazenagem não-volátil, vistos de fora como 1024 bytes. Fora desse poço há transistores canal P, no substrato, e dispositivos canal N, estes instalados em outros pequenos poços tipo P, exatamente como nos integrados CMOS padronizados.

O integrado consome apenas 25 mW durante a programação e o apagamento, normalmente, 10 mW durante a leitura e menos de 500 μ W em repouso. Tais dados refletem o uso de elétrons em "túneis" como mecanismo de transferência de carga e ainda a eficiência dos circuitos CMOS. As memórias EE-PROM de metal-nitreto-óxido-semicondutor também empregam elétrons em "túneis", mas exigem uma tensão de programação de pelo menos 2,5 V. A HNVM 3008, ao contrário, requer apenas 17 volts na programação e no apagamento; para qualquer outra operação a tensão de alimentação é de 5 V, e só.

O uso de uma porta flutuante como elemento armazenador otimiza a retenção de memória do novo integrado, esti-

mada em 10 anos a 125°C. A combinação da operação em túneis com as portas flutuantes proporciona uma excelente memorização e uma degradação mínima com os repetidos ciclos de apagamento e programação, estimada, neste caso, numa duração de mais de 10^5 ciclos.

A pinagem do integrado é similar à da EPROM 2708, à ROM 2308 programável por máscara e à da ROM HCMP 1834 da Hughes.

Por que portas flutuantes?

Nas estruturas de portas flutuantes, como aquelas das EPROMs, a carga é armazenada num eletrodo de portas eletricamente isolado, sendo apagada por meio de luz ultravioleta. As memórias MNOS, ao contrário, retêm as cargas nas fronteiras nitreto-óxido, sendo programadas e apagadas eletricamente. Os dispositivos de portas flutuantes retêm melhor a carga, em relação aos componentes MNOS, pelo fato da carga armazenada estar isolada com um óxido mais espesso.

Para fazer com que um dispositivo de portas flutuantes torne-se eletricamente apagável, a exemplo das memórias MNOS, é preciso dispor de um fino óxido de túnel. Essa camada, porém, não precisa ser tão fina quanto a de uma célula de porta flutuante (menos de 200 Å, contra 25 Å nas MNOS), pois assim a carga não vazará tão rapidamente. De fato, uma memória de portas flutuantes deverá sempre apresentar uma retenção de dados 100 vezes melhor que uma estrutura MNOS.

Para efetuar a transferência de carga, as estruturas MNOS utilizam um mecanismo de elétrons em túneis, o que requer um óxido tão fino, a ponto de ser uma técnica evitada nas primeiras estruturas de portas flutuantes com programação elétrica. Optou-se, na época, por outras técnicas, tais como a de injeção de cargas por avalanche num óxido espesso, apesar do fato desse mecanismo degradar rapidamente com os sucessivos apagamentos e programações — em outras palavras, exibe uma duração pobre. Uma porta flutuante, combinada com o óxido fino de túnel, proporciona realmente a melhor duração e retenção.

Como a operação de elétrons em túneis, dentro de estruturas de portas flutuantes, mostrou ser o melhor arranjo para memórias PROM eletricamente apagáveis, a Hughes empreendeu um programa extensivo de três anos, a fim de desenvolver um processo de óxido em túneis confiável e de

Os óxidos pouco espessos ganham popularidade

Os óxidos de "túnel" de pouca espessura, junto às portas flutuantes de poli-silício, parece ser a combinação acertada para as memórias EE-PROM. A fina camada permite que o deslocamento bidirecional de elétrons em "túneis" substitua a injeção por avalanche, na transferência de cargas, e que a porta flutuante tome o lugar, como nó de armazenagem, do sanduíche de óxido-nitreto, que requer um óxido ainda mais fino para a mesma tensão de programação e é, portanto, mais sujeito a fugas.

A Intel utilizou recentemente um processo similar ao da Hughes, chamado *Flotox*, para confeccionar uma EE-PROM de 16 k compatível com sua EPROM 2716, apagável por ultravioleta. *Flotox* é uma abreviação de *floating-gate tunnel oxide* (óxido em "túnel" para a porta flutuante). Como se pode observar pelas figuras, os dois sistemas são bastante similares. A maior diferença está no fato da Intel empregar dois transistores MOS por célula (o dispositivo de seleção de células não aparece), enquanto a Hughes fundiu-os num só dispositivo. Em ambos os casos, uma camada de óxido com menos de 200 Å de espessura atua como válvula de tráfego de elétrons para a porta de poli-silício.

Tanto a Intel como a Hughes utilizam uma segunda camada, acoplada capacitivamente, com o fito de alterar o potencial da porta flutuante. Assim, por exemplo, ao se levar a porta de controle de sobreposição para uma tensão elevada, a tensão da porta flutuante sobe, os elétrons pulam o óxido de pouca espessura e ficam presos. Algumas poucas diferenças, neste processo, incluem o uso de poli-silício para o nível de controle, pela Intel, e a opção da Hughes por metal e pela inclusão de nitreto de silício, a fim de melhorar o acoplamento capacitivo entre as duas portas envolvidas (a de controle e a flutuante).

O óxido fino da Intel cresce sobre uma região N+ fortemente dopada, enquanto o da Hughes está localizado sobre o poço P levemente dopado. A formação de óxido sobre uma região altamente dopada pode ser mais difícil, pois algumas impurezas poderão chegar ao óxido do túnel. No entanto, ao colocar esse óxido sobre a região N+ de dreno, a Intel pode oferecer o apagamento byte a

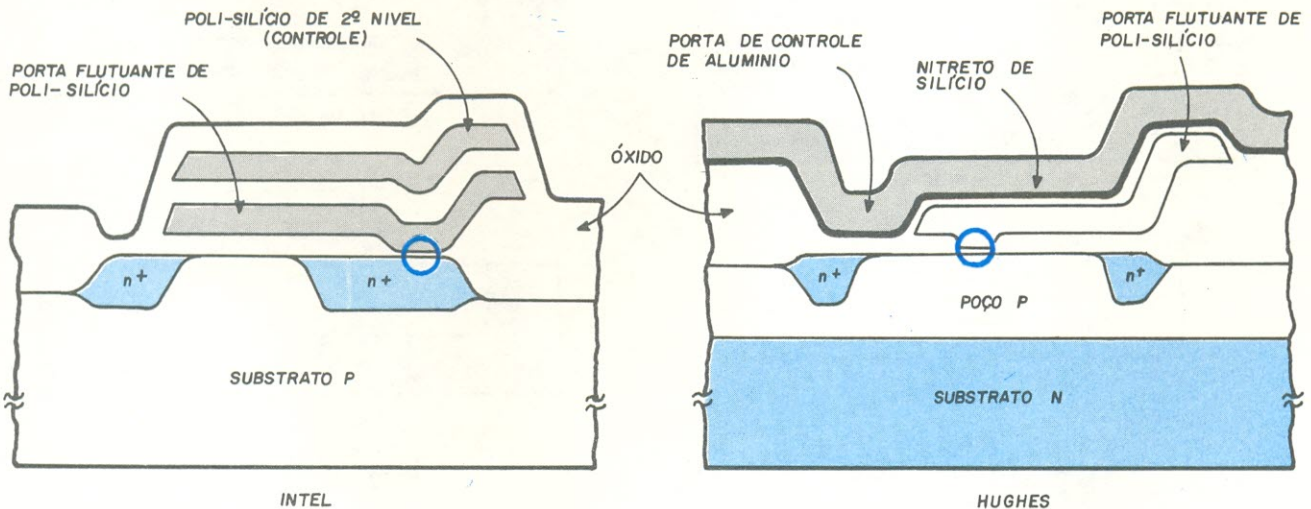
byte, uma característica que a Hughes espera incluir mais tarde. Para apagar os dados de uma célula, a Intel faz aterrar o eletrodo de controle juntamente com o positivo do dreno, com o que os elétrons deixam a porta flutuante. Por outro lado, a Hughes precisa elevar o potencial de todo seu poço P, renunciando assim ao controle individual de células.

A Motorola também possui uma linha de memórias EE-PROM em planejamento e já prevê células 20 a 30% mais compactas que as *Flotox*. Teoricamente, se o óxido for suficientemente tênue, todas as operações — inclusive a programação — poderão ser efetuadas com a alimentação única de +5 V ou, mais provavelmente, com uma tensão elevada, gerada dentro dos próprios CIs. A Xicor, por sua vez, demonstrou que um óxido ligeiramente mais espesso também pode suportar a operação de túneis em baixa tensão, se o mesmo for depositado num poli-silício de textura rugosa.

Os dispositivos MNOS, ou *metal-nitride-oxide-semiconductor* (metal-nitreto-óxido-semicondutor), utilizam um óxido ainda mais fino no túnel, mas como neles as cargas se dirigem à fronteira óxido/nitreto (não sendo móveis, portanto), a camada superfina não precisa ser perfeita. De fato, as células MNOS podem até mesmo apresentar orifícios em seu óxido, sem efeitos prejudiciais. Nas portas flutuantes, ao contrário, onde as cargas são móveis, qualquer orifício em seu óxido irá se comportar como um tubo de baixa resistência, tornando a célula inútil. Porém, quanto mais próxima da perfeição vai chegando a formação de óxido, mais os sanduíches óxido-nitreto MNOS vão sendo substituídos por portas de poli-silício.

Todavia, estão surgindo substitutos MNOS para EPROMs. A Hitachi, por exemplo, já está fornecendo amostras de uma EE-PROM compatível com a 2716, denominada HN48016. Não é capaz de apagar byte a byte, mas seu preço é bastante agressivo. A General Instrument, que acaba de passar do processo MNOS canal P para o de canal N, também está de olho no mercado de substituições para as EPROMs.

John G. Posa

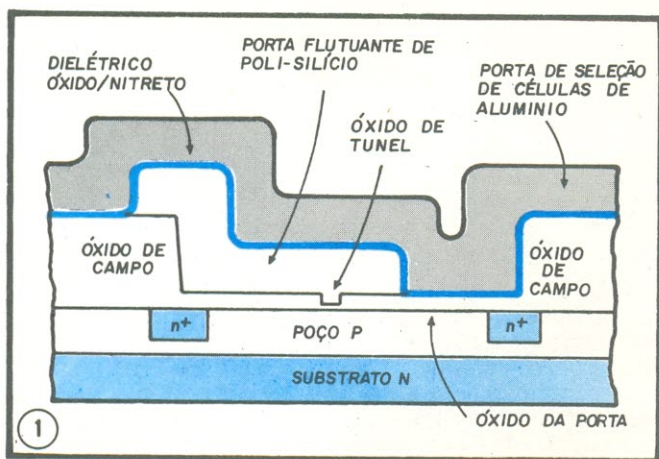


alto rendimento e uma estrutura de portas flutuantes que apoiasse o mecanismo de transferência de cargas. Além disso, um processo especial foi desenvolvido, posto em produção e aplicado no desenvolvimento de células de memória de portas flutuantes. Inúmeras células diferentes foram projetadas e comparadas em termos de desempenho, confiabilidade e rendimento.

A célula selecionada ficou próxima da total otimização na retenção e duração. Em comparação com o sistema MNOS, produz uma memória que retém melhor os dados

em duas vezes, pelo menos, e como foi mencionado, pode ser programada com uma tensão inferior.

A figura 1 nos mostra uma vista lateral em corte da célula descrita. Ela consiste de um único transistor, que possui uma estrutura de porta dividida. No lado esquerdo do transistor está a porção armazenadora da célula, formada por uma porta flutuante de poli-silício, sob uma porta de controle de alumínio. A camada de alumínio estende-se também para a direita, onde atua como porta de seleção de células.



Um óxido bastante tênue — Na metade esquerda do transistor, o poli-silício forma uma porta flutuante. Acima dela está uma porta de controle de alumínio, que também se estende para a metade da direita, onde serve de porta de seleção de células. Um sanduiche de óxido-nitreto, de pouca espessura, melhora o acoplamento capacitivo.

A porta flutuante de poli-silício é isolada do canal MOS, logo abaixo, pelo óxido de túnel e pelo óxido normal da porta, e é isolada da porta de controle, logo acima, por um sanduiche de nitreto-óxido. Esse tênue sanduiche de dielétrico é bastante crucial, já que assegura um forte acoplamento capacitivo entre as portas, a ponto dos 17 V serem suficientes para carregar e descarregar a porta flutuante.

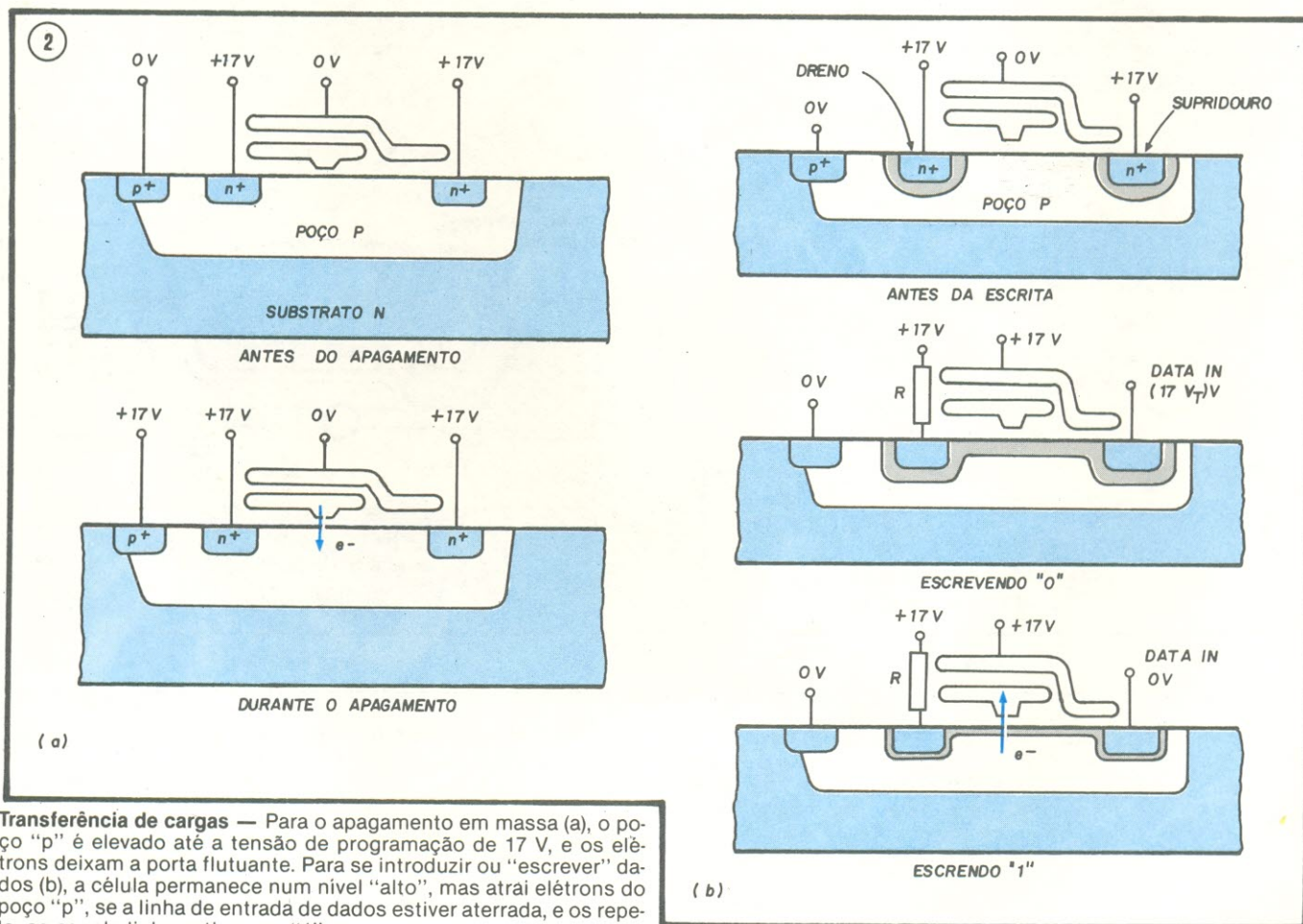
Lendo e escrevendo

Uma célula de memória é apagada quando os elétrons saem da porta poli-silício, pelo túnel, e vão para o poço P (figura 2a). Isto é executado, primeiramente, ao se aterrar a porta de controle e, depois, elevar o potencial do poço P à tensão de programação de +17 V. Desse modo, os elétrons escapam pelo túnel, através do óxido fino, fazendo a porta flutuante adquirir uma carga positiva.

Esse procedimento inverte-se ao se escrever dados numa célula vaga de memória — ou seja, os elétrons são forçados a passar pelo túnel, do poço P em direção à porta flutuante (figura 2b). O poço P permanece aterrado durante a programação, mas o dreno do transistor-célula de memória é conectado, através de uma resistência de carga, à tensão de programação. O supridouro (ou fonte) é ligado tanto à tensão de programação como à terra, dependendo do que se quer armazenar: "1" ou "0", respectivamente.

A seguir, para se dar início ao ciclo de programação, a porta é levada aos +17 V. Se o potencial do supridouro também for de +17 V (para programar um "0"), o transistor não é ativado e a superfície do poço P, bem abaixo da porta flutuante, fica livre de elétrons; existe então apenas uma pequena diferença de potencial entre a superfície do poço P e a porta flutuante, de modo que não há fluxo de elétrons em direção à porta. Também não há alteração no potencial da porta flutuante e, portanto, a célula permanece "apagada", ou seja, no estado "0".

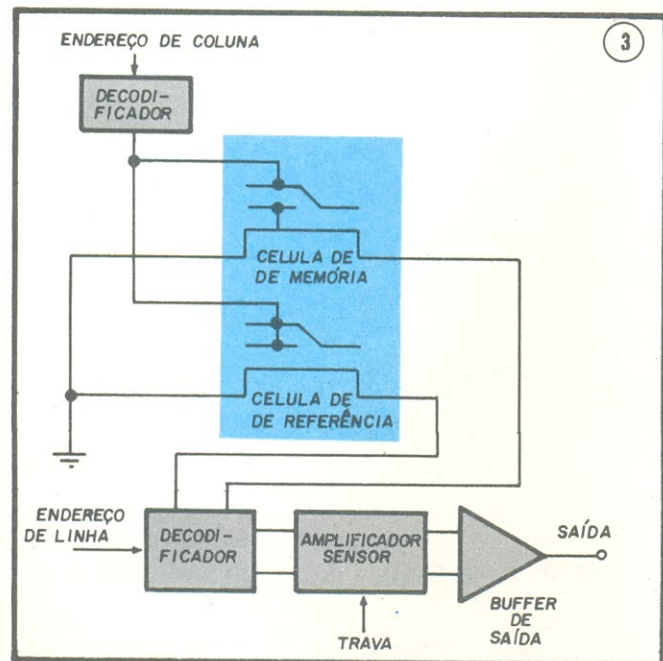
Por outro lado, se o potencial do supridouro for de 0 V (para se programar um "1"), o transistor é ativado. O potencial de superfície, logo abaixo da porta flutuante, cai para perto de 0 V e os elétrons da camada de inversão fluem pelo túnel até a porta flutuante, fazendo com que adquira um potencial negativo.



Transferência de cargas — Para o apagamento em massa (a), o poço "p" é elevado até a tensão de programação de 17 V, e os elétrons deixam a porta flutuante. Para se introduzir ou "escrever" dados (b), a célula permanece num nível "alto", mas atrai elétrons do poço "p", se a linha de entrada de dados estiver aterrada, e os repele, se aquela linha estiver em "1".

Para a porta de controle, a carga e descarga da porta flutuante aparecem como variações na tensão de limiar do transistor de memória. Numa célula apagada, esse limiar está entre -1 e -3 V; na condição de escrita, o limiar é elevado acima do normal, para entre +1 e +5 V.

O estado de um local de armazenagem é determinado por uma trava de saída, que compara a condutância da célula com a de referência (figura 3). A célula de referência é se-



Comparador — O estado de cada célula de memória é determinado ao compará-la com uma célula de referência, que difere das outras no fato de não possuir óxido no túnel e de apresentar uma tensão de limiar fixa. Uma trava de saída compara as condutâncias das células de memória e de referência.

melhante à de memória, exceto pela ausência do óxido de túnel e pelo fato de sua porta flutuante estar acoplada à de controle, de forma a fixar a tensão de limiar.

Uma fácil ativação

Na memória HNVM 3008, as operações de apagamento e programação são iniciadas ao se elevar simplesmente o pino de alimentação à tensão de programação de +17 V e aplicando, em seguida, sinais com níveis TTL às entradas de habilitação do CI (CE) e de habilitação de saída (OE). Um detector interno de tensão monitora o nível da alimentação e, se a mesma se eleva para além dos +8 V, conduz automaticamente o integrado para a modalidade de apagamento e programação. Um pulso lógico baixo na entrada OE faz com que a memória seja apagada em massa, enquanto o mesmo pulso aplicado à entrada CE programa o byte da localidade selecionada pela barra de endereço com a informação presente na barra de dados. Durante o apagamento ou programação, os excitadores de barra de saída são automaticamente desligados, de modo que a tensão de alimentação elevada não danifique os dispositivos ligados à EPROM.

A memória HNVM 3008 está na modalidade de apagamento ou programação sempre que a linha de alta tensão estiver no nível "alto" (verdadeiro). Como já foi mencionado, essa linha estará nessa condição toda vez que a tensão de alimentação ultrapassar os 8 V. Ao nível normal de +5 V, as entradas CE, OE e seleção de CI (CS) são usadas para a leitura da memória. CS e OE controlam os excitadores de saída da barra de dados de 8 bits.

Quando CS está baixa e/ou OE está alta, os excitadores de saída ficam inibidos ou levados ao estado de alta impedância, de forma que os dispositivos ligados à saída comum possam ser selecionados independentemente. Quando CE fica baixa, o endereço de entrada é retido e o byte endereçado permanece travado nos amplificadores sensores de saída.

tradução: Juliano Barsali

Copyright Electronics International

YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG

ELETRÔNICA YUNG LTDA.

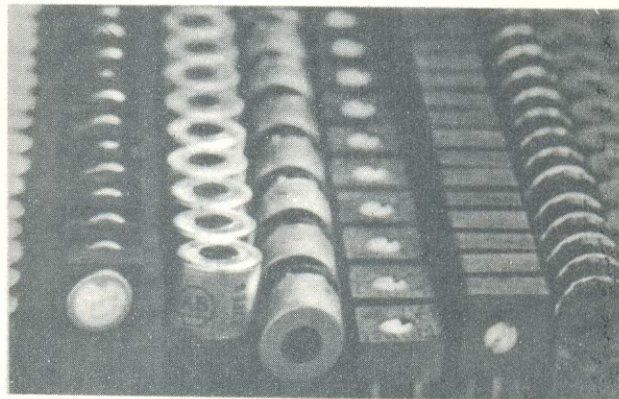
**PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA
RÁDIO, TV, APARELHAGEM DE
SOM, ELETRÔNICA E MATERIAL
FOTOGRAFICO EM GERAL**

**DISTRIBUIDORA DOS KITS
NOVA ELETRÔNICA**

| | |
|------------|------------|
| REVENDEDOR | PHILIPS |
| AUTORIZADO | PHILCO |
| DE PEÇAS | COLORADO |
| GENUÍNAS | TELEFUNKEN |
| | SEMP |
| | G.E. |

AVENIDA PRINCEZA ISABEL, 230
ED. ALDEBARAN — LOJAS 9/11
TELEFONE: 223-1345
29.000 — VITÓRIA — ESPÍRITO SANTO
ATENDEMOS PELO REEMBOLSO POSTAL

**NA COMPEL VOCÊ ENCONTRA TUDO
O QUE PRECISA PARA APARELHOS
ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS EM GERAL.**



**COMPEL
COMPONENTES
ELETRÔNICOS**

**DISTRIBUIDORA DOS KITS
NOVA ELETRÔNICA**

MATRIZ: RUA DR. DEODATO WERTHEIMER, 65
TEL.: 469-6954
FILIAL: RUA BARÃO DE JACGUAI, 478
TEL.: 469-6507 MOGI DAS CRUZES • SP.

O Multímetro

Analógico, digital, eletrônico ou não, o multímetro não pode estar ausente numa bancada de quem lida com Eletrônica. É praticamente indispensável quer em projeto, experimentação ou manutenção. E assim é muito conhecido e utilizado, até por gente que não se liga diretamente à área. Sua importância, suas características e sua utilização prática, passam a ser, agora, nosso assunto em pauta.

Fundamentalmente, o multímetro é nada mais que a reunião dos instrumentos básicos que vimos nas três lições anteriores deste curso — o amperímetro, o voltímetro e o ohmímetro. O custo e a praticidade são as razões principais para essa combinação. O uso de um único galvanômetro e de uma mesma caixa permite uma subs-

tancial redução no preço em relação aos três instrumentos separadamente. Além disso, carregar um instrumento é evidentemente mais fácil e conveniente do que carregar três. Daí advêm as principais qualidades do multímetro. Mas também sua principal desvantagem: apenas um dos três medidores nele contidos pode ser usado a cada

vez. O que torna difícil, por exemplo, controlar uma corrente enquanto ajustamos a tensão, etc. E esse tipo de operação é exigido em muitos procedimentos de alinhamento.

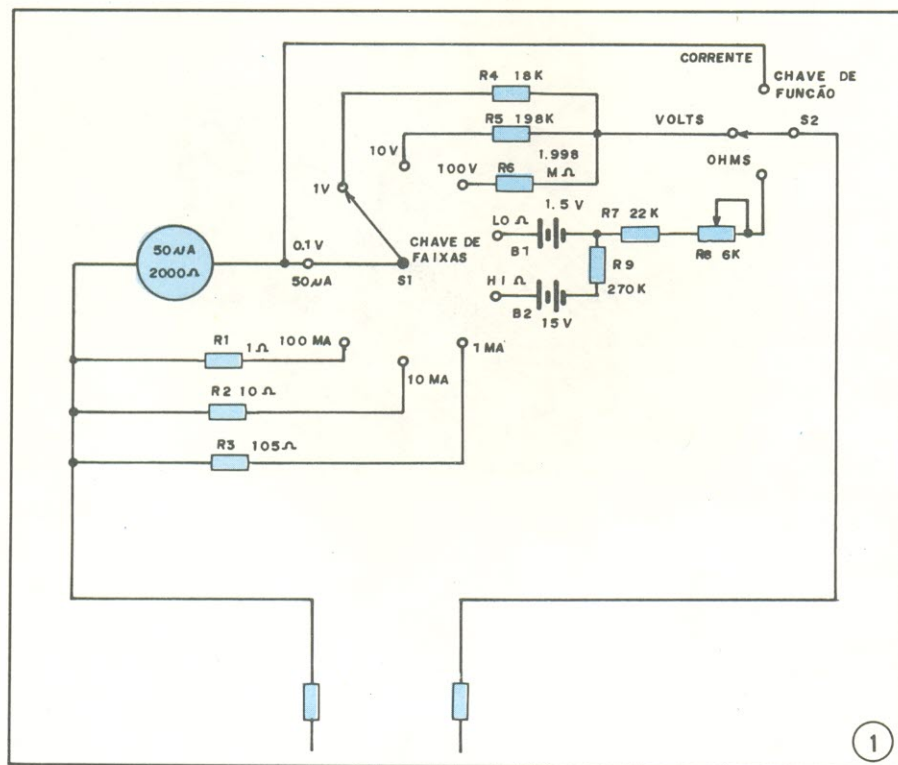
A figura 1 apresenta o esquema de um multímetro bem simples. Este medidor é bastante limitado e não representa aquilo que realmente se pode conseguir em termos de multímetro. Contém quatro faixas de corrente e quatro faixas de tensão, com apenas duas de resistência, uma alta e uma baixa. O galvanômetro básico constitui as faixas de 0,1 V e 50 μ A. Ambas com a chave de funções na posição mA.

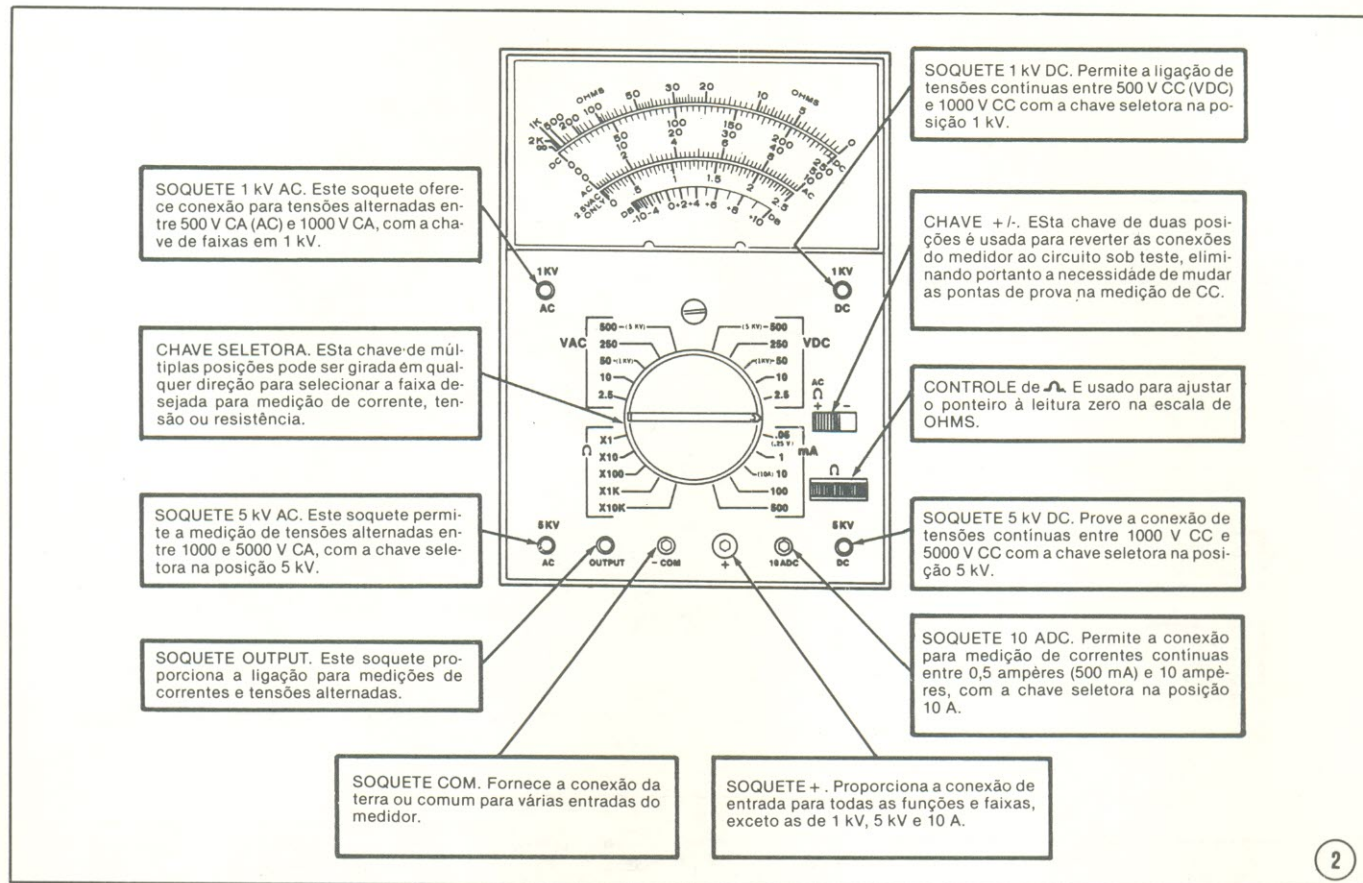
A chave de funções (S^2) seleciona o parâmetro a ser medido, enquanto a chave seletora (S^1) seleciona a quantidade máxima.

Um multímetro típico

Na figura 2 temos o painel frontal de um multímetro típico. As chaves de função e seletora de faixas são combinadas neste. O objetivo de cada controle e soquete está explicado. Nós já discutimos muitas das escalas e marcações encontradas, portanto, veremos aqui apenas algumas características especiais.

As marcações nas posições de corrente e tensão da chave seletora são as leituras de fundo de escala do medidor. Ao usar o multímetro, você deverá assegurar-se sempre que a quantidade a ser medida não excederá a faixa que selecionou. Tentar medir tensão nas escalas de mA ou O poderá danificar os circuitos medidores.





2

As pontas de prova deverão ser inseridas nos soquetes apropriados. Tentar medir 1 kV ou 5 kV sem antes mudar a ponta de prova para o soquete adequado, poderá destruir a chave. A chave de polaridade também deverá estar sempre na posição certa ou o ponteiro defletirá na direção errada e talvez se entorte.

Note que algumas escalas são juntas. A de 0,5 mA e a de 0,25V CC por exemplo. Estas usam o galvanômetro sem multiplicadores ou *shunts* e podem ser empregadas para qualquer das duas medições.

As faixas de 10 mA e 10 A estão juntas na chave, mas a ponta de prova deve ser movida do soquete "+" ao soquete 10 A CC para medição de correntes maiores. As faixas de 50 V/1 kV e 500 V/5 kV estão juntas para medição de CA e CC; mas a ponta de prova também deve ser mudada para o soquete adequado nestas faixas.

A escolha de um multímetro

Vimos que o multímetro oferece uma versatilidade sem igual para a realidade de vários tipos de medição elétrica. E frequentemente ele é levado pelo técnico, da bancada para o campo.

Que seja portátil, portanto, é um fator importante na seleção de um multímetro.

Para preencher essa exigência, o

aparelho não deve depender de qualquer fonte externa de alimentação, nem deve ser muito grande. Porém, medidores menores tendem a ser mais delicados. O multímetro deverá ser robusto quando visar uma utilização mais rude. Infelizmente, muitas das unidades comercializadas não se adequam ao trabalho duro. E é geralmente impossível dizer a partir das especificações o quão resistente um multímetro é. Um bom método é consultar um representante autorizado ou uma assistência técnica para verificação de qual tipo se ajusta melhor ao seu objetivo.

A medição de corrente alternada também não integra as características de muitos multímetros e muitos não alcançam uma precisão melhor que 2 a 3%. Leituras RMS de corrente e tensão não são normalmente oferecidas. Ademais, o multímetro deve constituir-se num instrumento capaz de efetuar de 80 a 95% das medições de um técnico.

Ao selecionar um multímetro você estará quase restrito aos tipos construídos em torno do galvanômetro de d'Arsonval. Sendo a parte do voltímetro provavelmente a que mais irá usar, poderá fazer concessões nas outras áreas, afim de conseguir um preço mais baixo.

O multímetro eletrônico

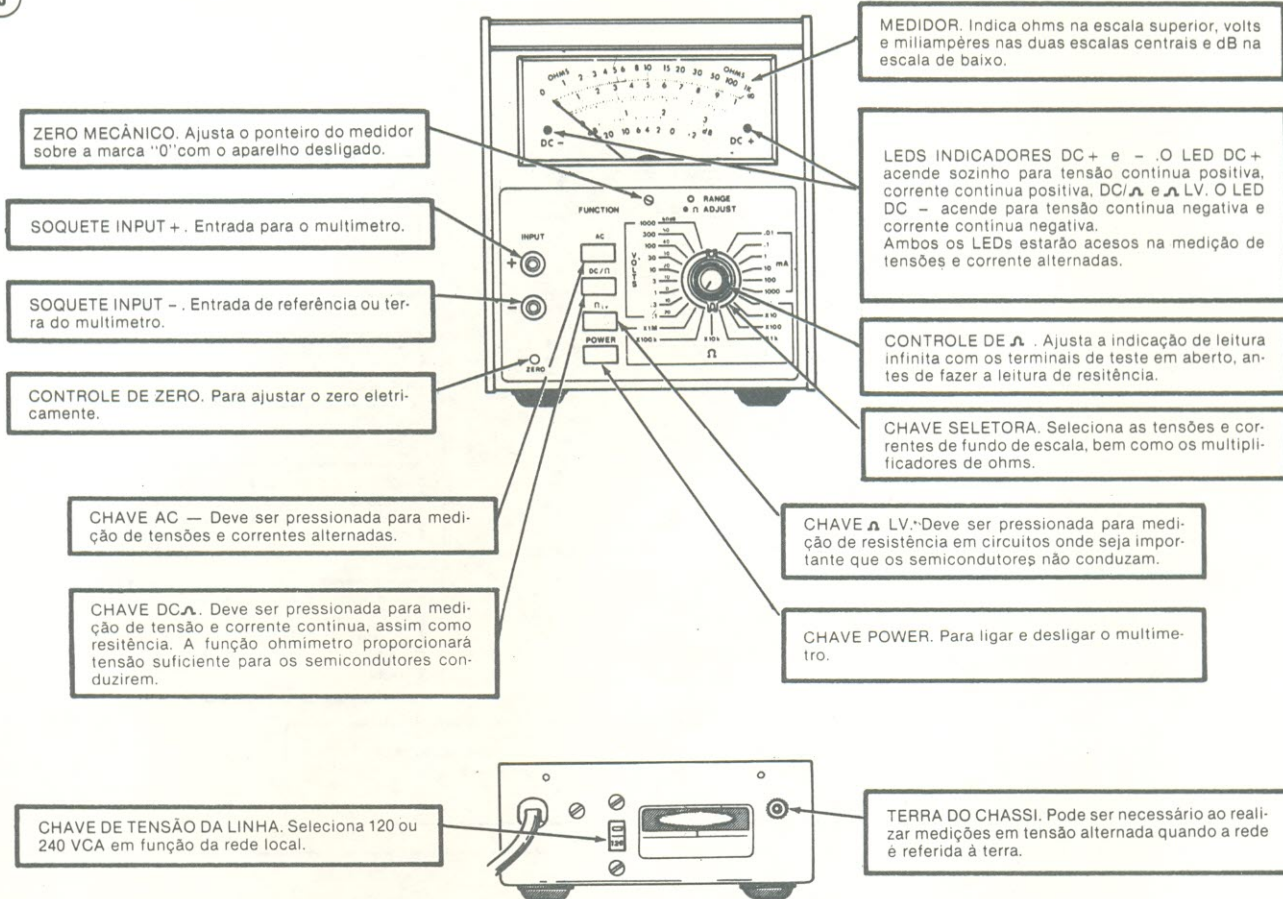
O multímetro eletrônico possui al-

gumas vantagens sobre o tipo passivo de multímetro a que nos referimos até há pouco. Processando eletronicamente a corrente ou tensão de entrada, permite obter uma sensibilidade muito maior com menor carga sobre o circuito.

A figura 3 mostra o painel de um multímetro eletrônico, com uma explicação de todos os seus controles. Você poderá recorrer a esse diagrama ao longo do estudo da operação desse medidor. Vejamos então alguns itens que diferenciam o multímetro eletrônico do multímetro passivo.

1. O CONTROLE DE ZERO, R4, é usado para zerar eletricamente o medidor, em todas as faixas e funções. Há também um AJUSTE DE OHMS, o qual utilizamos para ajustar a deflexão de fim de escala com os terminais em aberto, na posição OHMS. Observe, assim, que a escala de OHMS apresenta resistência infinita (∞) no lado da deflexão de fundo de escala do medidor. Isso é típico dos multímetros eletrônicos; mas também poderá apresentar-se invertido em algumas unidades.

2. Esse tipo de medidor tem uma função de "auto-polaridade". Com essa função, os terminais de teste podem ser ligados de qualquer maneira e o aparelho indicará a polaridade relativa da tensão na entrada "+", que é a



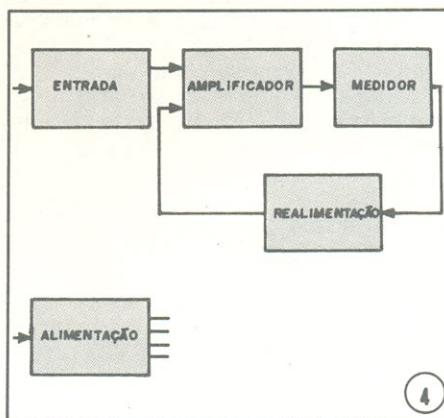
ponta de prova vermelha. A indicação é feita por dois diodos emissores de luz (LEDs) localizados nos cantos inferiores da face do medidor. Se a tensão na entrada "+" for mais positiva que a entrada "-", o LED DC+ irá acender. Se a tensão na entrada "+" for negativa em relação à entrada "-", o LED DC- irá acender. Com esse tipo de recurso não há risco ou prejuízo para o medidor, se conectado ao contrário. Com uma entrada alternada, a polaridade estará constantemente mudando, portanto, ambos os LEDs acenderão.

3. Uma outra característica útil desse medidor é a faixa de Ω LV. As iniciais LV, vêm do inglês *low voltage*, ou seja, baixa tensão. A tensão fornecida por essa faixa na medição de resistência, é muito baixa, de modo que não polariza diretamente uma junção de um semicondutor. Portanto, essa faixa é muito útil para medir resistência em circuitos semicondutores. Não deverá ser empregada, entretanto, para testar diodos ou transistores, quando então será desejável verificar a condução e a tensão aqui seria muito baixa para dar uma indicação adequada. Nesse caso, continue usando a faixa DC/Ω.

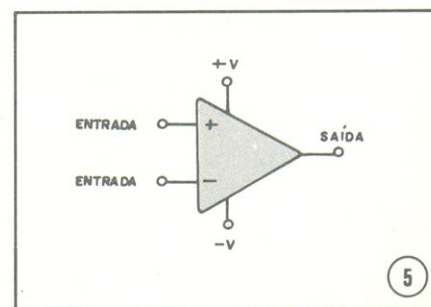
À parte das características mencionadas, a operação de um multímetro eletrônico típico é bastante semelhante à do equipamento passivo.

Funcionamento do multímetro eletrônico

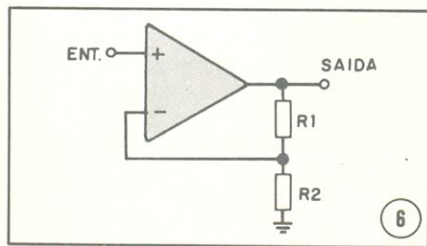
A figura 4 é um diagrama de blocos simplificado de um multímetro eletrônico. O parâmetro sob medida é transformado pelo circuito de entrada numa tensão que polariza o amplificador. Esta tensão de polarização é amplificada e causa o fluxo de uma corrente pelo medidor. A corrente do medidor desenvolve uma tensão de realimentação que é enviada ao amplificador para limitar o ganho e estabilizar a saída. A alimentação fornece toda a energia necessária ao circuito.



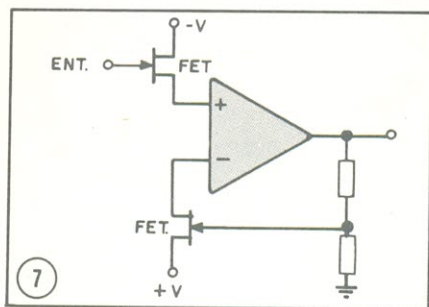
O amplificador operacional — Na figura 5 vemos representado o amplificador operacional básico (amp op). V+ e V- são as tensões de alimentação exigidas pelo amp op. Este, tem duas entradas. O "+" representa a entrada chamada não inversora e o "-" representa a entrada inversora. Isto quer dizer que uma variação na entrada "+" provocará uma variação no mesmo sentido, na saída, enquanto uma mudança na tensão da entrada "-" causará uma alteração na saída no sentido oposto. Sendo o ganho do amplificador operacional muito elevado (100000 muitas vezes), uma pequena variação na entrada resultará numa alteração muito grande na saída. Para que o amp op seja útil num circuito medidor, este ganho deve ser limitado.



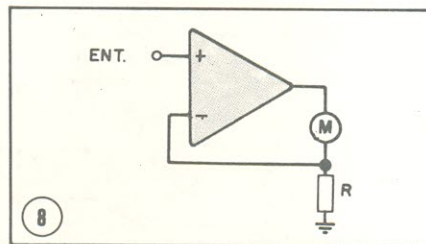
A figura 6 mostra como isso é conseguido num circuito medidor. Suponha que R1 e R2 apresentam uma relação de nove para um, com R1 sendo o resistor maior. Isso significa que um décimo da tensão de saída será desenvolvida sobre R2 e retornada à entrada inversora do amp op. Uma variação na tensão aplicada à entrada não inversora causará uma mudança na saída no mesmo sentido. Suponha uma mudança no sentido positivo na entrada "+". Deverá haver um acréscimo na corrente por R1 e R2, a qual é um décimo da tensão de saída. Essa tensão é aplicada à entrada "-" onde ela diminui o tamanho efetivo do sinal de entrada. Quando a tensão realimentada à entrada "-" igualar a tensão na entrada "+", a saída se estabilizará em dez vezes a entrada "+". O circuito como um todo é agora um amplificador não inversor com ganho dez. O ganho do circuito poderá ser mudado pela alteração da relação entre R1 e R2. O ganho do amp op é constante numa ampla faixa de tensões e frequências de entrada. O circuito também é relativamente imune a variações na alimentação e na temperatura.



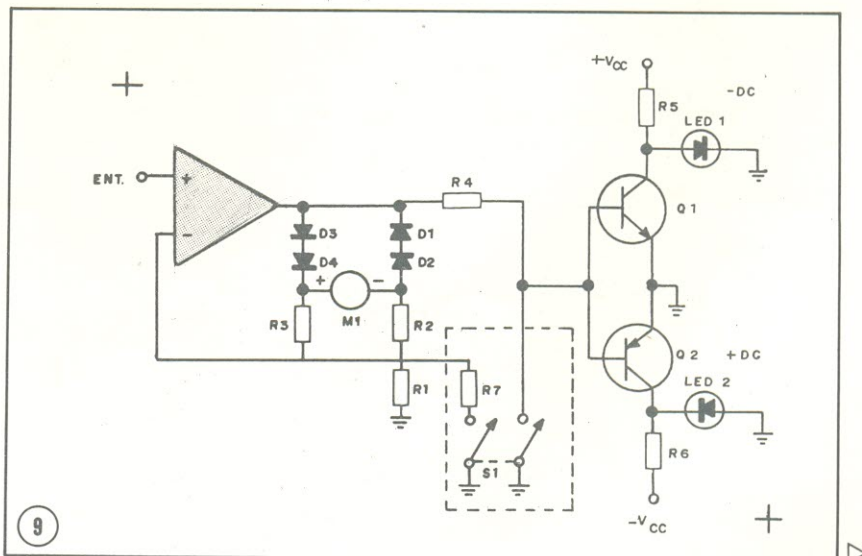
Para fazer o amplificador operacional trabalhar ainda melhor como componente ativo de um multímetro eletrônico, precisamos aumentar sua impedância de entrada. Podemos chegar a isso acrescentando-lhe transistores a efeito de campo (FETs), como na figura 7. Os FETs têm uma impedância de entrada muito alta e uma baixa impedância de saída. A alta impedância de entrada minimiza o efeito de carga, enquanto a baixa impedância de saída proporciona um ponto de acionamento mais estável para o amp op. Na realidade, os FETs são parte do próprio circuito integrado do amplificador operacional e não deverão ser mostrados nos diagramas esquemáticos.



Conexões do medidor — A figura 8 é um desenho simplificado de como um medidor pode ser ligado nos circuitos. Com a configuração realimentada que mostramos, a tensão sobre R será sempre igual à tensão na entrada "+"; portanto, a corrente através de R e M será proporcional à tensão de entrada. Esse tipo de circuito é conhecido como conversor de tensão para corrente. Ajustando-se o valor de R, a corrente no medidor pode ser ajustada para que no fim da escala corresponda a um dado valor da tensão de entrada. Se escolhermos 0,1 volt, o medidor deverá ser calibrado linearmente de 0 a um fundo de escala de 0,1 V.



Auto-polaridade — Para que possa medir CA e tenha auto-polaridade, o medidor deve ser parte de um circuito retificador. O circuito que apresentamos é um retificador em onda completa, como você pode ver pela figura 9. Vejamos primeiro como ele funciona para uma entrada positiva. Com uma entrada positiva, uma tensão positiva desenvolve-se na saída do amp op. Isso causará a circulação de uma corrente da terra para o amp op através de R1, R2, M1, D4 e D3. Também passará uma corrente por R3, que está em paralelo com R2 e M1. A corrente pelo medidor vai da direita para a esquerda. Se a entrada for negativa, a saída do amp op será negativa. Isso resultará numa corrente através de D1, D2, M1 e R3 (também R2) e depois por R1, para a terra. A corrente pelo medidor ainda é da direita para a esquerda.



Uma vez que M1 sempre deflete na mesma direção, independentemente da polaridade da tensão, é necessário um meio de indicar a polaridade da entrada. Na figura 9, o circuito mostrado na cor azul desempenha essa função. Se a entrada for negativa, o LED1 acenderá; se for positiva, o LED2 acenderá.

Com uma tensão de entrada de 0 volt, a saída do amp op em relação às bases de Q1 e Q2 será 0 V. Uma vez que os emissores dos transistores estão ambos aterrados, os transistores não serão polarizados e terão uma alta resistência. Consequentemente, haverá uma corrente entre $-V_{CC}$ e a terra pelo diodo LED2, e do LED1 a $+V_{CC}$, fazendo com que ambos os LEDs se acendam.

Quando a tensão de entrada se torna positiva, a saída do amp op fica positiva, aplicando uma tensão positiva à base de Q1 e Q2. Q1 será polarizado para conduzir, reduzindo a tensão em seu coletor abaixo do nível de condução do LED1. Esse, por sua vez, apagará. Com uma tensão positiva na base, Q2 permanecerá cortado e o LED2 ficará aceso, indicando uma tensão de entrada positiva.

Com uma entrada negativa, Q1 será polarizado no corte e Q2 na condução, acendendo o LED1 e apagando o LED2, para indicação de uma tensão negativa.

Medindo CA — O circuito que discutimos é capaz de medir CA sem mais modificações. Porém, como o medidor usa um galvanômetro de d'Arsonval, ele responderá ao valor médio da corrente. E o mais útil normalmente é o valor RMS da tensão ou corrente. Sendo a média igual a 0,637 vezes o pico de uma onda senoidal (retificada, ou tomando-se seu meio ciclo positivo) e o RMS 0,707 vezes o pico, alguma forma de conversão é exigida.

Para uma certa entrada alternada, portanto, gostaríamos que o medidor indicasse um valor aproximadamente

11% maior que o valor médio, o que corresponderá ao RMS. Sabemos que a quantidade de corrente pelo medidor controla sua resposta, e a tensão realimentada estabiliza o ganho do amp op. Se mudarmos a relação de realimentação, poderemos ter uma maior corrente para conseguir a realimentação desejada.

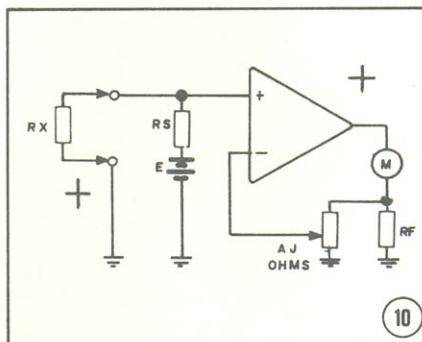
Na figura 9, o circuito muda para medir CA quando fechamos a chave S1. Com isso R7 é colocado em paralelo com R1, reduzindo a resistência e exigindo mais corrente para uma dada tensão. Os valores são selecionados de modo que a nova corrente é 11% maior que a anterior.

Ao mesmo tempo, impomos o potencial da terra às bases de Q1 e Q2, mantendo ambos cortados e acendendo os LEDs 1 e 2. Portanto, os LEDs estarão acesos sempre que a entrada CC for próxima a zero, ou quando uma das faixas CA for selecionada.

Medindo resistência — O método usado para medição de resistência é exposto na figura 10. Um preciso resistor padrão (R_S) é colocado em série com uma fonte de tensão na entrada do circuito. Com R_X igual a um valor infinito (terminais em aberto), não há corrente pelo circuito e toda a tensão da bateria é colocada na entrada do amplificador. O “ajuste de ohms” é regu-

lado para a deflexão do ponteiro ao fim da escala, nessa posição. Se os terminais forem cortocircuitados, toda a tensão da bateria cairá sobre R_S e a entrada estará no potencial zero ou terra, não havendo circulação de corrente pelo medidor. O “ajuste de zero” (não mostrado), deve ser regulado para zero sob esta condição. Se o valor de R_X for igual a R_S , o medidor deverá defletir até o meio da escala. Podemos assim calcular a tensão para qualquer valor de R_X e a escala do medidor poderá ser calibrada.

Sobre os multímetros em geral, por ora ficamos com isso. Na próxima lição, contudo, retomaremos o **multímetro eletrônico**, analisando um circuito prático do mesmo, suas características e algumas considerações na seleção de um instrumento desse tipo.



Teste de revisão

1) Quando o voltímetro, o amperímetro e o ohmímetro são combinados numa única unidade, esta é chamada _____.

2) As duas principais razões para essa combinação são _____ e _____.

3) Uma desvantagem desse instrumento é que apenas _____ medição pode ser efetuada a cada vez.

4) As marcações encontradas nas diversas posições da chave de faixas, referem-se às leituras de _____.

5) Uma vez que o fato de ser portátil é importantíssimo na escolha de um multímetro, este deverá ter sua própria _____.

6) Duas das maiores vantagens do multímetro sobre o instrumento passivo são sua maior _____ e menor _____ do circuito.

7) A elevada impedância de entrada pode ser obtida utilizando-se um _____ como componente ativo.

8) Para se conseguir a alta sensibilidade, o sinal de entrada é _____ antes de aplicado ao circuito medidor.

9) Os medidores modernos comumente usam um _____ como dispositivo amplificador.

10) O amp op apresenta um ganho _____.

11) Esse ganho deve ser limitado pelo uso de _____.

12) A saída do amp op controla então a _____ no galvanômetro.

13) Portanto, a corrente será proporcional à _____ no galvanômetro.

14) Uma vez que esse medidor utiliza um galvanômetro de d'Arsonval, ele responderá ao valor _____ da corrente alternada.

15) Entretanto, o circuito é calibrado para indicar o valor _____.

16) A resistência é medida nesse aparelho pela medição da _____ sobre um resistor padrão.

| | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| CURSO | CURSO | CURSO | CURSO |
| CURSO | CURSO | CURSO | CURSO |
| CURSO | CURSO | CURSO | CURSO |
| CURSO | CURSO | CURSO | CURSO |
| CURSO | CURSO | CURSO | CURSO |

PARA TÉCNICO ELETRÔNICO INDUSTRIAL

Elementos dedicados a eletrônica, que tenham experiência em qualquer ramo eletrônico em geral.

INFORMAÇÕES E INSCRIÇÕES

RUA PASSADA PÁTRIA N.º 1151
OU PELOS FONES 261-5471 e 261-5233
FALAR COM AILTON.



TRANSISTROL

EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS LTDA.

16. tensão
15. RMS
14. médio
13. tensão
12. corrente
11. realimentação
10. elevado
9. amplificador operacional
8. amplificado
7. FET
6. sensibilidade/carregamento
5. fonte de alimentação
4. fim de escala
3. uma
2. custo e praticidade
1. multímetro

Respostas

PRÁTICA EM TÉCNICAS DIGITAIS

EXAME SOBRE O PROJETO DIGITAL

22.ª lição

O objetivo deste exame é auxiliar a revisão dos principais pontos deste capítulo. Os problemas foram elaborados para testar sua absorção e entendimento, fazendo com que você mesmo aplique o que aprendeu. Não é, portanto, apenas mais um teste, mas também um complemento da aprendizagem. Seja honesto consigo mesmo e trabalhe todo o problema antes de checar as respostas.

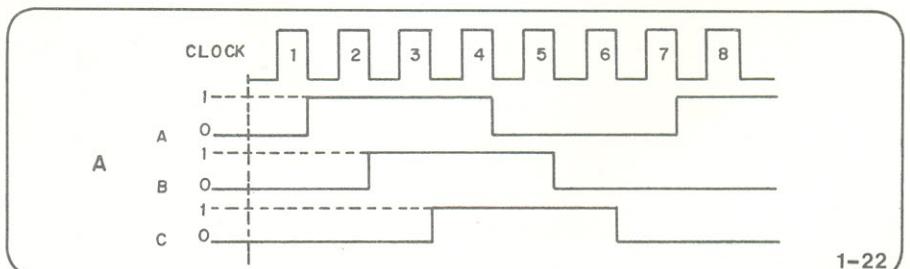
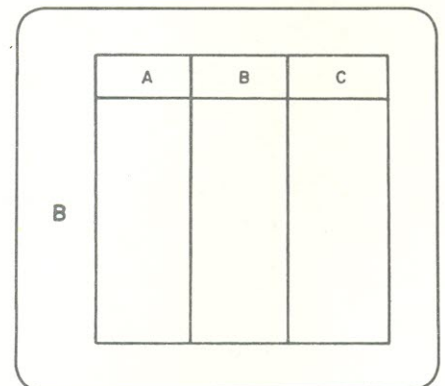
São três apenas as questões de nosso exame, mas procuram englobar o essencial da informação ministrada durante o capítulo de PROJETO DIGITAL. Aqui vão elas:

1) Projete um circuito detector de código inválido para o código excesso 3. Use o procedimento dado para o projeto de circuitos combinacionais e mostre as tabelas verdade e mapas. Escolha o método de implementação mais eficiente com circuitos integrados e desenhe o diagrama final do circuito. Se possível, monte seu circuito na prática, verificando a operação do mesmo.

2) Suponha que deseja usar um contador binário comum de seis estados, como o que vimos na lição anterior, para implementar um dado digital. Imagine, ainda, que você quer usar um *display* de LEDs de sete segmentos e um CI excitador-decodificador 9368. Projete um circuito conversor de código que torne o contador e o *display* compatíveis. Siga o processo já estudado e desenhe o diagrama lógico completo de seu circuito. Havendo

possibilidade, monte-o na prática para testá-lo.

3) Projete um contador de seis estados que gere formas de onda como as mostradas na figura 1-22A. Use três flip-flops e suponha que as formas de onda provêm diretamente das saídas normais dos flip-flops. Desenvolva a tabela de estados a partir das formas de onda, utilizando a tabela fornecida na figura 1-22B. Depois use o método para circuitos seqüenciais descrito no curso. Desenhe seu diagrama lógico final. Construa, se possível, e verifique o funcionamento do circuito.



Formas de onda para o problema 3 do exame (A) e tabela de estados a ser usada no desenvolvimento do código a partir das formas de onda (B).

RESPOSTAS

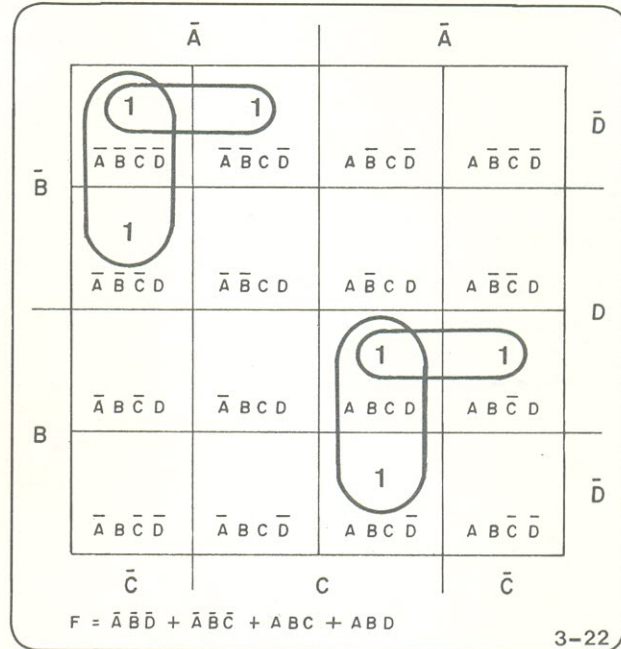
1. O primeiro passo no projeto de um detector de código inválido BCD X3 (excesso 3) é desenvolver a tabela verdade. O excesso 3 é um código de quatro bits cujo equivalente decimal é sempre o equivalente do binário comum mais três, para o mesmo número relacionado. Ou seja, o equivalente a zero no excesso 3 é 0011, que no código binário comum corresponde ao número 3. E assim continuando, os números decimais de 0 a 9 são representados pelos números binários 0011 a 1100. O código é mostrado na figura 2-22. Como você pode ver por essa tabela, são seis os seus estados inválidos. Estes códigos inválidos de quatro bits não têm sentido no sistema de excesso 3 e em consequência, em algumas aplicações, é desejável detectar estes estados. O circuito que você projetou detectará estes códigos e gerará uma saída 1 binário quando eles ocorrerem. O circuito exigido é um combinacional com uma única saída F e as entradas A, B, C e D.

| DECIMAL | ENTRADA | SAÍDA |
|------------|---------|-------|
| * INVÁLIDO | A B C D | F |
| * | 0 0 0 0 | 1 |
| * | 0 0 0 1 | 1 |
| * | 0 0 1 0 | 1 |
| 0 | 0 0 1 1 | 0 |
| 1 | 0 1 0 0 | 0 |
| 2 | 0 1 0 1 | 0 |
| 3 | 0 1 1 0 | 0 |
| 4 | 0 1 1 1 | 0 |
| 5 | 1 0 0 0 | 0 |
| 6 | 1 0 0 1 | 0 |
| 7 | 1 0 1 0 | 0 |
| 8 | 1 0 1 1 | 0 |
| 9 | 1 1 0 0 | 0 |
| * | 1 1 0 1 | 1 |
| * | 1 1 1 0 | 1 |
| * | 1 1 1 1 | 1 |

Tabela verdade do detector de código inválido BCD excesso 3.

Ao invés de escrever as equações booleanas da expressão de saída F, podemos transferir a informação da tabela diretamente para um mapa de Karnaugh de dezesseis células. Este mapa é apresentado na figura 3-22. As células designadas são agrupadas para minimizar a função lógica. A equação booleana mínima para essa função é dada junto ao mapa.

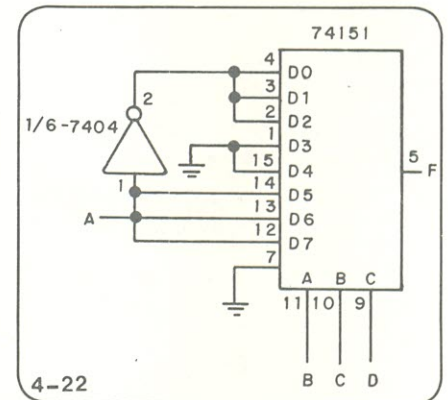
Portas lógicas SSI podem ser empregadas para implementar a equação



Mapa de Karnaugh para minimização do circuito detector de código inválido BCD X3.

mínima. Porém, ela exigirá quatro portas E de três entradas e uma porta OU de quatro entradas. A partir do que estudamos você deve determinar que o meio mais econômico de implementar esse circuito é usar um seletor de dados. Um seletor de dados de oito entradas, como o CI 74151, pode ser um escolha para implementar a função. Os três bits menos significativos do código de entrada (B, C e D) serão utilizados para excitar as entradas A, B e C do seletor de dados. Os equivalentes decimais dos três bits menos significativos da figura 2-22 definem as entradas do seletor que serão usadas. Estas correspondem a D0, D1, D5, D6 e D7. As entradas D3 e D4 não são requeridas e portanto são conectadas a 0. A entrada A do sinal de código excesso 3 ou seu complemento, será aplicada a D0, D1, D5, D6 e D7 quando exigida. Quando a entrada A for 1 binário, desejaremos ter as entradas D5, D6 e D7 liberadas. Portanto, aplicaremos a entrada A diretamente a estas três linhas do seletor de dados. O complemento de A será aplicado a D0, D1, D2, através de um inversor, de modo que estes três termos sejam liberados quando A for 0 binário. O circuito resultante está na figura 4-22. Embora seu procedimento de projeto possa levá-lo a um resultado pouco diferente, o circuito mostrado aqui é o meio mais eficiente de implementação dessa função.

2. Seu objetivo de projeto neste problema é tornar a saída de um contador binário comum compatível com a entrada de um excitador-decodificador BCD para sete segmentos, com o fim de implementar um dado digital. O da-



Detector de código BCD X3 inválido implementado com um seletor de dados TTL 74151.

do digital terá seis estados e mostrará os números 1 a 6. O problema específica que um contador binário comum de seis estados deverá ser usado. Este dispositivo conta no tamanho comum do código binário, de 000 a 101. A saída desse contador será a entrada do conversor de código.

Para mostrar os dígitos 1 a 6, o código BCD 8421 comum para estes números deve ser aplicado ao circuito excitador-decodificador BCD/sete segmentos 9368. Uma vez que estamos usando apenas os números de 1 a 6, somente os três bits menos significativos do código 8421 BCD serão válidos. O bit mais significativo poderá ser 0 binário. Portanto, este pino no decodificador será simplesmente aterrado. Os três bits menos significativos do código BCD são as saídas requeridas

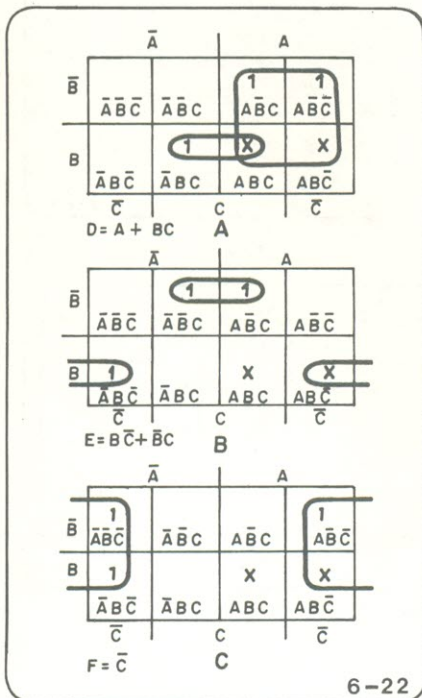
para o conversor de código. Com esta análise você efetivamente define o problema. Ele pode ser resumido pela tabela verdade da figura 5-22. As entradas são indicadas por A, B e C, e representam a saída do contador. As saídas do conversor de códigos são chamadas de D, E e F e são indicadas para implementar os seis estados do dado digital.

| ENTRADAS | | | SAÍDAS | | |
|----------|---|---|--------|---|---|
| A | B | C | D | E | F |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

5-22

Tabela verdade para o conversor de código do dado digital.

Construímos um mapa de Karnaugh para cada uma das saídas da figura 5-22. Os mapas para o circuito conversor de códigos são apresentados na figura 6-22; note que os estados irrelevantes estão marcados, e são usados para reduzir as equações a sua forma mínima. As equações minimizadas para cada saída são dadas com os mapas. Observe com atenção como as informações da tabela verdade correspondem aos dados dos mapas de Karnaugh.



6-22

Mapas de Karnaugh para o conversor de código do dado digital.

As equações reduzidas para o circuito podem ser prontamente implementadas com circuitos lógicos SSI. Dois integrados 74000 contendo portas NE de duas entradas podem ser empregados. O diagrama lógico completo está na figura 7-22. Uma das portas do CI 74000 pode ser utilizada co-

mo controle de entrada para o *clock* do contador. Quando a chave lógica A é pressionada, o *clock* de 1 kHz é aplicado ao contador e o coloca em rápida operação. A liberação da chave irá parar o contador em algum estado arbitrário e o *display* mostrará o número correspondente, de 1 a 6.

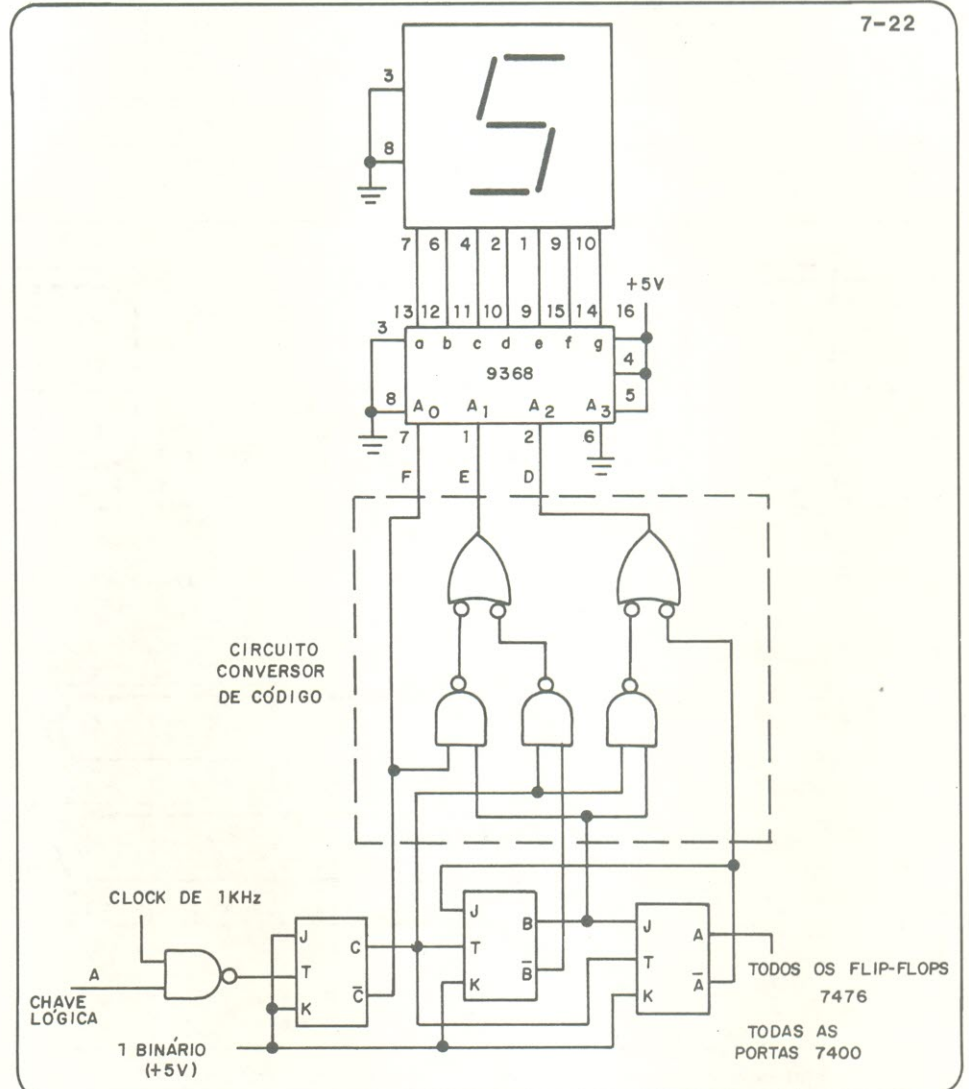
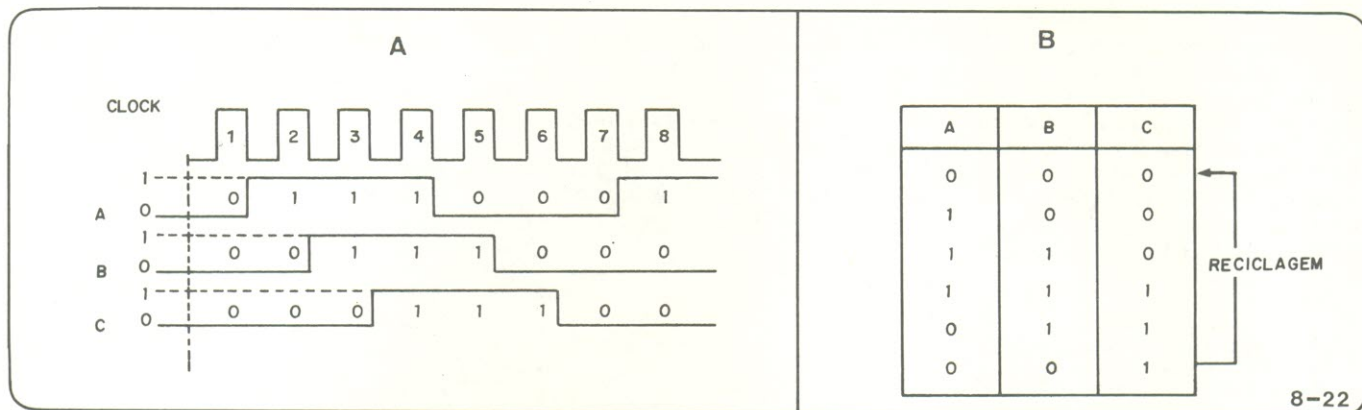


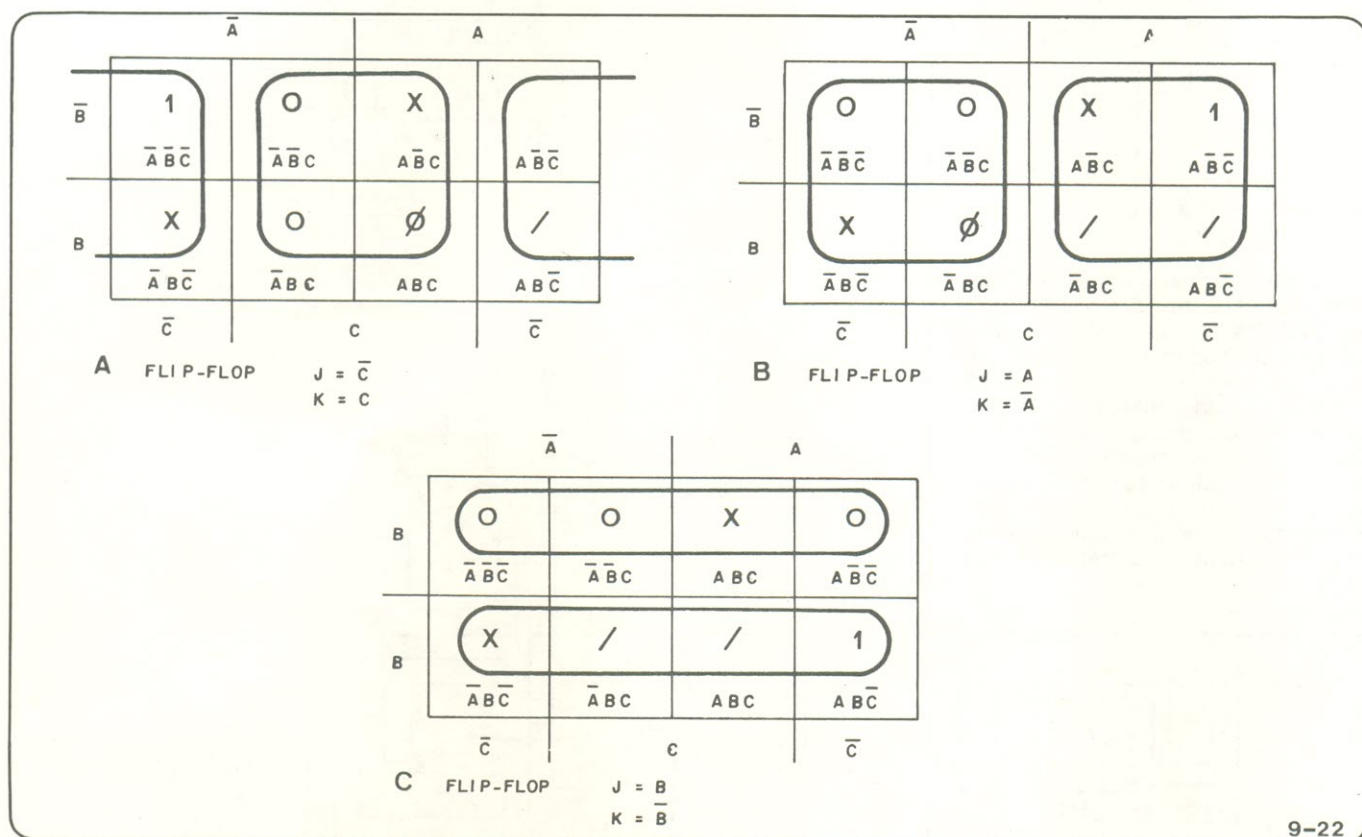
Diagrama lógico do dado digital usando um contador de seis estados, um conversor de código e um *display* de LEDs de 7 segmentos.

3. Neste problema, a aplicação começa com um conjunto de formas de onda que cumprem alguma função específica. O trabalho que temos é o de implementar um circuito lógico que produza esta sequência de sinais de temporização. Será necessário um circuito sequencial para executar essa aplicação. As formas de onda devem ser estudadas e a partir daí levar à produção de uma tabela de fluxos, como especificado pelo problema, cada uma das formas de onda representa a saída de um flip-flop do circuito. Um circuito sequencial de seis estados deverá ser o resultado. Você pode ver isso exami-

nando as formas de onda e colocando 1s e 0s binários sobre elas, como indica a figura 8-22A. O estado inicial do contador é 000, como se pode perceber pelas formas de onda. Após a aplicação de seis pulsos, o circuito sequencial recicla-se para o estado 000. Os vários estados dos flip-flops podem ser transferidos para uma tabela de estados, como a da figura 8-22B. A partir desta tabela você pode desenvolver os mapas de Karnaugh que indicam os estados das entradas J e K para cada flip-flop, a fim de gerar esse código. Tais mapas estão na figura 9-22. Estude a tabela verdade e relacione-as aos mapas de Karnaugh.

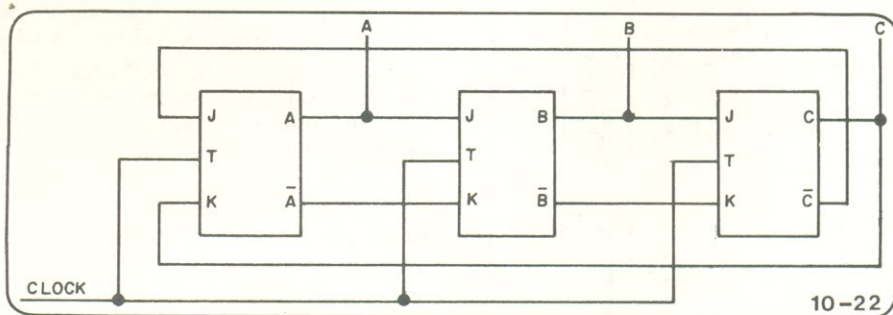


Formas de onda para o contador de seis estados-A e tabela verdade (B).



Mapas de Karnaugh para desenvolvimento do contador de seis estados.

As várias células nos mapas estão agrupadas de acordo com as regras que vimos ao estudar o procedimento para projeto de circuitos seqüenciais. As entradas J e K estão assim determinadas. E podem então ser diretamente transladadas para um diagrama lógico. O circuito é mostrado na figura 10-22. Se você examinar este circuito cuidadosamente, verá que o contador de seis estados é realmente um registrador de deslocamento, semelhante ao que já vimos em lição anterior. Este problema demonstra o fato de que o procedimento de projeto descrito para circuitos seqüenciais freqüentemente resulta em circuitos registradores



Contador de seis estados, solução do problema 3.

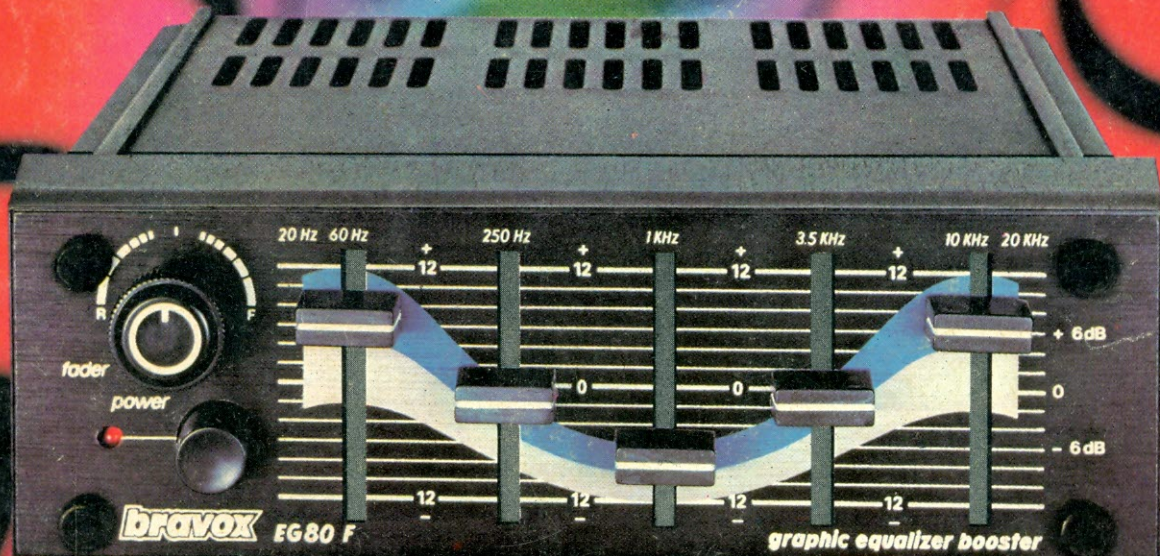
de deslocamento bem como em contadores especiais. O circuito pode ser facilmente implementado com flip-flops JK 7476.

Viaje para o mundo maravilhoso e infinito dos sons além dos graves e agudos.

bravox

EG 80 F

o equalizador total para automóveis



Graves e agudos são os extremos do som. Mas entre eles há um mundo maravilhoso e infinito de nuances sonoras, onde a maioria das vozes e instrumentos cria e executa as mais lindas melodias.

Normalmente não percebemos toda essa beleza com a nitidez necessária, ou então, as condições acústicas do carro, a recepção do rádio, a reprodução do toca-fitas, ou até mesmo as gravações nas fitas não a realçam o suficiente.

O equalizador bravox EG 80 F, com 5 chaves deslizantes e potente amplificador interno, possibilita realçar ou atenuar todas as frequências, além dos graves e agudos. O equalizador bravox EG 80 F leva você a esse infinito e maravilhoso mundo de sons. Viaje conosco, para esse mundo fantástico.

hi-fi car
bravox